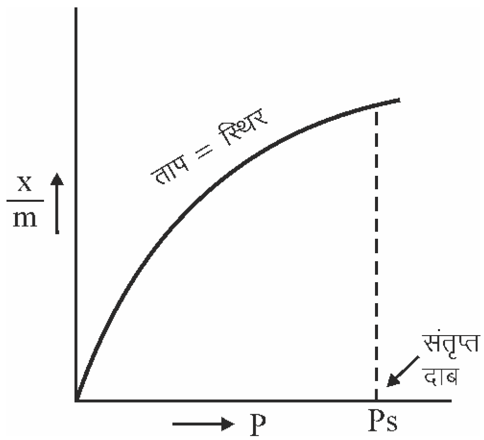
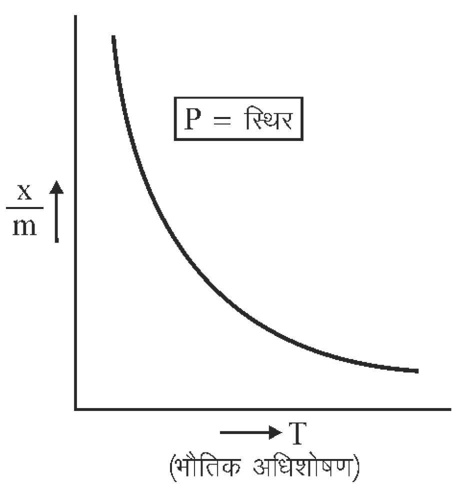
परत का निर्माण कर लेगी तथा अधिशोषण एक उत्क्रमणीय प्रक्रम है जिसमें p_s दाब पर अधिशोषण की मात्रा विशोषण की मात्रा के बराबर हो जायेगी।



चित्र 5.2

4. ताप का प्रभाव :–

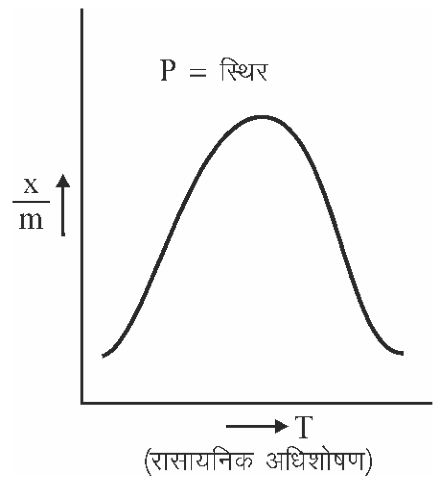
अधिशोष्य + अधिशोषक ⟶ अधिशोषण + उष्मा अतः अधिशोषण की प्रक्रिया उष्माक्षेपी है। अर्थात् इसका विपरीत विशोषण एक उष्माशोषी प्रक्रिया है। ∵ अधिशोषण एक उत्क्रमणीय प्रक्रम है अतः लाशातालिए सिद्धान्त के अनुसार ताप बढ़ाने पर विशोषण तीव्र होगा। अधिशोषण की मात्रा (x/m) स्थिर दाब पर ताप बढ़ाने पर घटती है। स्थिर दाब पर अधिशोषण की मात्रा एवं ताप के मध्य खींचा गया आरेख अधिशोषण समदाबी कहलाती है।



चित्र 5.3

भौतिक अधिशोषण हेतु समदाबी आरेख चित्र अनुसार प्राप्त होता है। परन्तु रासायनिक अधिशोषण हेतु आरेख चित्र (b) के अनुसार प्राप्त होता है। इसका कारण ताप बढ़ाने पर गैस अणुओं की सक्रियण उर्जा में वृद्धि होती है। जो कि अधिशोष्य की अधिशोषक के साथ रासायनिक बंध बनाने में सहायक होती है। अतः प्रारम्भ में ताप के बढ़ाने पर अधिशोषण की मात्रा बढ़ती है। ताप में अधिक वृद्धि करने पर अब पहले से अधिशोषित अणुओं की उर्जा में वृद्धि होती है जो अब विशोषण की दर बढ़ा देती है। अतः ताप में वृद्धि पर x/m घटने लगता है।

अधिशोषण समदाबी वक्र भौतिक एवं रासायनिक अधिशोषण में विभेद में सहायक है।



चित्र 5.4

5. अधिशोषण का सक्रियण (Activated Adsorption)

किसी अधिशोषक की अधिशोषण क्षमता को बढ़ाना, अधिशोषक का सक्रियण कहलाता है। यह निम्नांकित विधियों द्वारा किया जा सकता है: (i) ठोस धात्विक अधिशोषकों को यांत्रिक विधियों द्वारा खुरदरा बना कर।(ii) बड़े दानेदार अधिशोषक को और अधिक बारीक पीसकर उसका पृष्ठीय क्षैत्रफल बढ़ा कर। (iii) पहले से अधिशोषित अशुद्धियों को हटाकर–उदाहरण जब कार्बन को निर्वात में अतितत्प भाप द्वारा गर्म करते हैं तो उस पर से अधिशोषित अशुद्धियाँ उदा. नमी, हाइड्रोकार्बन हट जाती है और इस प्रकार प्राप्त चारकोल (कार्बन) सक्रियत चारकोल कहलाता है।

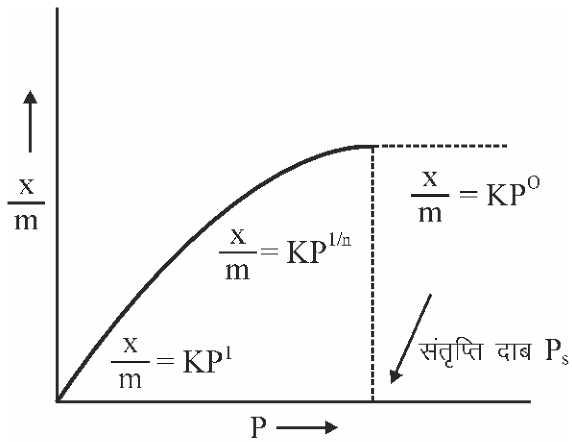
अधिशोषण समतापी (Adsorption Isotherm)– एक निश्चित ताप पर अधिशोषित गैस की मात्रा तथा साम्यावस्था दाब के मध्य संबंध को अधिशोषण समतापी वक्र कहते हैं। इस संबंध को गणितीय व्यंजक अथवा आलेखी वक्र के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

फ्रायंडलिक अधिशोषण समतापी (Freundlich Adsorption Isotherms)

चित्र में दिये गये एक गैस के समतापी वक्र को फ्रायण्डलिक ने गणितीय रुप से समझाया है अतः इसे फॉयण्डलिक समतापी

वक्र कहते हैं। फ्रायण्डलिक ने वक्र को समझाने के लिये निम्न प्रेक्षण किये।

(i) निम्न दाब पर– ग्राफ एक सरल रेखा के रुप में है, जो यह प्रदर्शित करता है कि $\left(\frac{x}{m}\right)$ दाब P के समानुपाती है–



अधिशोषण समतापी

चित्र 5.5

अर्थात् $\frac{x}{m} \propto P^1$

$$\frac{x}{m} = kP \qquad ...(1)$$

यहाँ K = स्थिरांक

(ii) उच्च दाब पर–ग्राफ पूर्णतया क्षैतिज हो गया है इसका अर्थ है कि $\frac{x}{m}$ पर दाब का कोई प्रभाव नहीं होता है। इसे निम्न प्रकार दर्शाते हैं–

$$\frac{x}{m} \propto P^o$$

या $$\frac{x}{m} \propto KP^o \qquad ...(2)$$

$$P^o = 1$$

$$\frac{x}{m} \propto K$$

(iii) मध्यम दाब पर– $\frac{x}{m}$ का मान दाब P के घातांक पर निर्भर करता है, जिसका मान शून्य से एक के मध्य होता है।

$$\frac{x}{m} \propto P^{1/n}$$

$$\frac{x}{m} \propto KP^{1/n} \qquad ...(3)$$

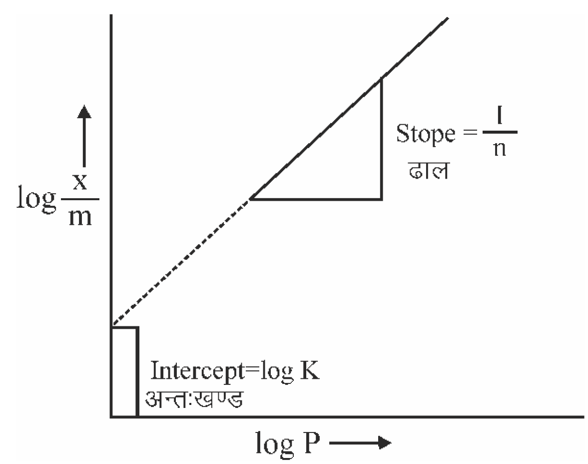
n तथा K स्थिरांक है, जिनका मान अधिशोषित व अधिशोषक की प्रकृति पर निर्भर करता है।

यह सम्बन्ध सर्वप्रथम फ्रायडलिक ने दिया। इसीलिए इसे भी फ्रायंडलिक अधिशोषण समतापी कहते हैं।

समी. (3) के दोनों तरफ का लघुगणक लेने पर

$$\log\frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n}\log P \qquad ...(4)$$

यदि $\log\frac{x}{m}$ तथा log P के मध्य एक ग्राफ आलेखित किया जाये तो एक सीधी रेखा प्राप्त होती है (चित्र 5.6)। इस रेखा का ढाल $\frac{1}{n}$ के बराबर होगा तथा अतः खण्ड (intercept) log K के बराबर होगा।



चित्र 5.6 : **log x/m** तथा **log p** के मध्य ग्राफ

5.6 विलयन प्रावस्था में अधिशोषण
(Adsorption from solution phase)

अधिशोषण की प्रक्रिया विलयन से भी हो सकती है। ठोस अधिशोषक विलयन में से विशिष्ट विलेय को अन्य विलेय एवं विलायक की अपेक्षा अधिशोषित कर सकते हैं।

उदाहरण– जान्तव चारकोल अशुद्ध शर्करा विलयन को विरंजित कर देता है। इस प्रक्रिया में चारकोल रंजक का अधिशोषण कर लेता है जबकि शर्करा अणुओं का नहीं करता है।

विलयन से अधिशोषण, गैसों के अधिशोषण सिद्धान्त पर ही कार्य करता है अतः स्थिर ताप पर अधिशोषण की मात्रा को निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

$$\frac{x}{m} = kC^{Yn}$$

समीकरण का दोनों ओर log लेने पर

$$\log\frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n}\log C$$

यहाँ x = विलेय की अधिशोषित मात्रा

m = ठोस अधिशोषक का भार

c = साम्यावस्था पर विलयन में विलेय की सान्द्रता

n = स्थिरांक

k = स्थिरांक

स्थिरांक k का मान ठोस की प्रकृति, कण का आकार, ताप, विलेय तथा विलायक की प्रकृति पर निर्भर करता है।

5.7 अधिशोषण के अनुप्रयोग

1. गैस मास्क– सक्रिय चारकोल का गैस मास्क में उपयोग किया जाता है जो वायु में उपस्थित जहरीली तथा हानिकारक गैसों CO, CH_4 को अधिशोषित कर लेता है। (उदाहरण– कोयले की खानों में)
2. कपड़ों की रंगाई में– फिटकरी (Alum) का उपयोग कपड़ों की रंगाई में करते हैं जहां यह रंजक के कणों को अधिशोषित कर लेता है।
3. नमी को हटाने में– सिलिका जैल, वायु से नमी को अधिशोषित करने में उपयोगी है अतः मंहगे उपकरण जिन पर नमी का प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है इस विधि का उपयोग करते हैं।
4. रंगीन अशुद्धियों को दूर करना– शर्करा, खाद्यतैल, अनेक कार्बनिक विलयनों में रंगीन अशुद्धियाँ होती है जिनको चारकोल की सहायता से अधिशोषित कर दूर करते हैं।
5. विषमांगी उत्प्रेरण में– धातु उदाहरण– Fl, Ni, Pt, Pd आदि का औद्योगिक विधियां उदाहरण अमोनिया निर्माण की हैवर विधि (Fe), सम्पर्क विधि H_2SO_4 निर्माण (Pt) तेलों का हाइड्रोजीनीकरण (Ni) में उत्प्रेरक के रुप में प्रयोग करते हैं यह अधिशोषण पर आधारित है।
6. आयन विनिमय रेजिन या जल के विलवणीकरण में– कार्बनिक बहुलकों में उपस्थित समूह उदाहरण– COOH, $-SO_3H$, $-NH_2$ विलयन अथवा जल में से विशिष्ट आयनों का अधिशोषण करने की क्षमता रखते हैं। यह कठोर जल को मृदु बनाने में उपयोगी है।
7. उच्च निर्यात उत्पन्न करने में–चारकोल द्वारा द्रवित वायु से वायु का अधिशोषण पात्र में उच्च निर्वात उत्पन्न करने में उपयोगी होता है। यह विधि उच्च निर्वातित दीवार फ्लास्कों में द्रव वायु या द्रव H_2 के संग्रहण में प्रयुक्त होती है।
8. गुणात्मक विश्लेषण– Al^{3+} का लेक परीक्षण, अधिशोषण पर ही आधारित है। $Al(OH)_3$ विलयन से नीले लिटमस के रंग का अधिशोषण कर लेता है।
9. वर्ण लेखिकी में– वर्णलेखिकी द्वारा आण्विक मिश्रण के विभिन्न लगभग समान गुणों वाले अवयवों को पृथक किया जाता है। गैस–ठोस वर्णलेखिकी विधि द्वारा विभिन्न गैसों के मिश्रण में से गैसों को एवं द्रव–ठोस वर्ण लेखिकी द्वारा द्रवों के मिश्रण में से विभिन्न द्रवों को पृथक कर लिया जाता है। इसमें ठोस प्रावस्था स्थिर होती है जबकि द्रव अथवा गैस प्रावस्था चलायमान होती है। मिश्रण के विभिन्न अवयवों की पृथक–पृथक अधिशोषण क्षमता के आधार पर वे पृथक हो जाते हैं।

5.8 उत्प्रेरण **(Catalysis)**

सर्वप्रथम 1835 में बर्जीलियस ने पाया कि बाह्य पदार्थों की उपस्थिति में रासायनिक अभिक्रिया के वेग में परिवर्तन हो जाता है।

उदाहरण– मैंगनीज डाई ऑक्साइड की उपस्थिति में पोटेशियम क्लोरेट का अपघटन निम्न ताप पर आसानी से हो जाता है।

$$2KClO_3 \xrightarrow[600^\circ C]{\text{उत्प्रेरक की अनुपस्थिति में}} 2KCl + 3O_2$$

$$2KClO_3 \xrightarrow[338^\circ C]{\text{उत्प्रेरक } MnO_2} 2KCl + 3O_2$$

विशेष प्रेक्षण यह है कि MnO_2 अभिक्रिया में भाग नहीं लेता है और न ही उसके द्रव्यमान में परिवर्तन होता है।

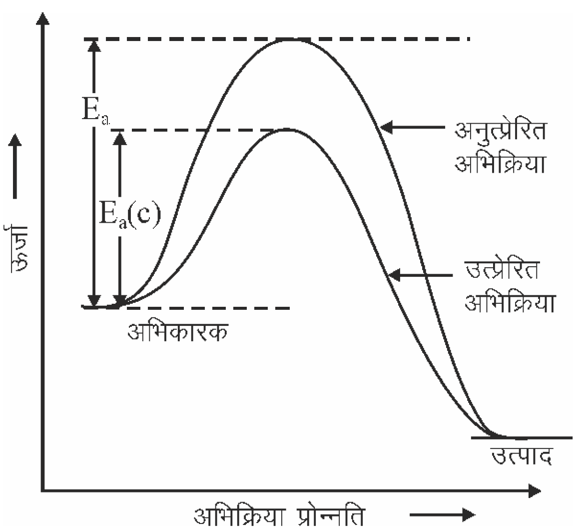
अतः वह पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया के वेग को परिवर्तित कर देता है परन्तु स्वयं द्रव्यमान एवं संघटन की दृष्टि से अप्रभावित रहता है, उत्प्रेरक कहलाता है तथा यह क्रिया उत्प्रेरण कहलाती है।

उत्प्रेरक के प्रकार

1. धनात्मक उत्प्रेरक–

वे पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया के वेग को बढ़ा देते हैं धनात्मक उत्प्रेरक कहलाते हैं।

उदाहरण–उत्प्रेरक की अनुपस्थिति में हाइड्रोजन परॉक्साइड के अपघटन के लिए सक्रियण उर्जा का मान 76 kJ प्रति मोल है। यदि उपरोक्त अपघटन कोलॉइडीPt की उपस्थिति में कराते है तो सक्रियण ऊर्जा का मान 57kJ प्रतिमोल रह जाता है। अर्थात उत्प्रेरक अपनी उपस्थिति में सम्पूर्ण रासायनिक अभिक्रिया की क्रियाविधि परिवर्तित कर देते हैं जिसकी सक्रियण उर्जा का मान कम होता है।



2. ऋणात्मक उत्प्रेरक–

वे उत्प्रेरक जो रासायनिक अभिक्रिया का वेग घटा देते हैं, ऋणात्मक उत्प्रेरक कहलाते हैं। ऋणात्मक उत्प्रेरक को मंदक या निरोधक भी कहते हैं।

उदाहरण–

(i) हाइड्रोजन परॉक्साइड का अपघटन ग्लिसरॉल की उपस्थिति में कम हो जात है।

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

(ii) सोडियम सल्फाइट के ऑक्सीकरण की दर एथिल एल्कोहल की उपस्थिति में घट जाती है।

$$2Na_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4$$

(iii) पेट्रोल के अपस्फोटन को कम करने के लिए उसमें टेट्रा ऐथिल लैड (TEL) मिला देते है।

3. स्वतः उत्प्रेरक–

रासायनिक अभिक्रिया में बना उत्पाद, स्वयं उस अभिक्रिया के लिए उत्प्रेरक का कार्य करें अर्थात अभिक्रिया के वेग में परिवर्तन कर दे तो निर्मित उत्पाद स्वतः उत्प्रेरक कहलाता है।

उदाहरण– (i) एस्टर के जल अपघटन की दर प्रारम्भ में कम होती है परन्तु कुछ समय बाद तीव्र हो जाती है क्योंकि अभिक्रिया में उत्पन्न CH_3COOH द्वारा जनित H^+ आयन उत्प्रेरक का कार्य करते हैं।

$$\underset{\text{, थिल एसीटेट}}{CH_3COOC_2H_5} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{, सीटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{, थिल एल्कोहल}}{C_2H_5OH}$$ CH$_3$COOC , fFky |h\

(ii) अम्लीकृत पोटेशियम परमैंगनेट द्वारा ऑक्सेलिक अम्ल के ऑक्सीकरण पर बना मैंगनीज आयन (Mn^{+2}) स्वतः उत्प्रेरक का कार्य कर प्रारम्भ में मंद वेग से होने वाली अभिक्रिया के वेग को बढ़ा देता है।

$$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow$$

$$K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

4. प्रेरित उत्प्रेरक–

कुछ अभिक्रियाओं में एक अभिक्रिया का वेग उसके साथ होने वाली द्वितीय अभिक्रिया के प्रेरण से तीव्र हो जाता है। इस स्थिति में अभिक्रिया प्रेरित उत्प्रेरक कहलाती है।

उदाहरण–सोडियम सल्फाइट का वायु से तीव्र गति से ऑक्सीकरण होता है। सोडियम आर्सेनाइट का ऑक्सीकरण नहीं होता है। दोनों पदार्थ को मिला दिया जाए तो दोनों वायु द्वारा ऑक्सीकृत हो जाते है।

$$2Na_2SO_3 + O_2 \xrightarrow{\text{तीव्र}} 2Na_2SO_4$$

$$Na_3AsO_3 + O_2 \longrightarrow \text{कोई अभिक्रिया नहीं}$$

$$Na_2SO_3 + Na_3AsO_3 + O_2 \rightarrow Na_2SO_4 + Na_3AsO_4$$

5.8.1 उत्प्रेरण के प्रकार

1. **समांगी उत्प्रेरण**–यदि क्रियाकारक, क्रियाफल एवं उत्प्रेरक की प्रावस्था समान हो तो वह समांगी उत्प्रेरण अभिक्रिया कहलाती है।

उदाहरण–

(i) शीशा कक्ष विधि

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g)$$

(ii) अम्लीय माध्यम में एथिल एसीटेट (एस्टर) का जल अपघटन

$$CH_3COOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell) \xrightarrow{H_2SO_4(\ell)}$$

$$CH_3COOH(\ell) + C_2H_5OH(\ell)$$

(iii) स्युक्रोज का अम्लीय माध्यम में जल अपघटन

$$C_{12}H_{22}O_{11}(\ell) + H_2O(\ell) \xrightarrow{H_2SO_4(\ell)}$$

$$C_6H_{12}O_6(\ell) + C_6H_{12}O_6(\ell)$$

समांगी उत्प्रेरण की क्रिया विधि–माध्यमिक यौगिक सिद्धान्त–

इस धारणा के अनुसार उत्प्रेरक, किसी एक क्रियात्मक के साथ माध्यमिक या मध्यवर्ती यौगिक बना लेता है। यह माध्यमिक यौगिक अस्थाई होता है जो अन्य अभिकारक से क्रिया कर उत्पाद बना कर मुक्त हो जाता है। एक अभिक्रिया $A + B \rightarrow AB$ अत्यन्त धीमी गति से सम्पन्न होती है जो X उत्प्रेरक की उपस्थिति में आसानी से होती है। ∵

$$A + X \rightarrow AX \text{ (माध्यमिक यौगिक)}$$

$$AX + B \rightarrow AB + X$$

मध्यवर्ती AX के निर्माण में कम सक्रियण उर्जा की आवश्यकता होती है अभिक्रिया तीव्र गति से सम्पन्न हो जाती है।

उदाहरण–

(i) $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{NO} SO_3$ अभिक्रिया में

$NO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_2$ एवं माध्यमिक यौगिक

$SO_2 + NO_2 \rightarrow SO_3 + NO$

(ii) $2C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_5 + H_2O$

(विलियम सन सतत ईथरीकरण)

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{माध्यमिक यौगिक}}{C_2H_5HSO_4} + H_2O$$

$$C_2H_5HSO_4 + HOC_2H_5 \longrightarrow C_2H_5OC_2H_5 + H_2SO_4$$

माध्यमिक यौगिक सिद्धान्त द्वारा निम्नांकित तथ्यों का स्पष्टीकरण नहीं किया जा सकता है। (i) विषमांग उत्प्रेरण की क्रियाविधि (ii) उत्प्रेरक वर्द्धक एवं उत्प्रेरक विष की क्रिया विधि (iii) सक्रिय केन्द्रों का महत्व।

2. विषमांगी उत्प्रेरण–जब क्रियाकारक, क्रियाफल एवं उत्प्रेरक की भौतिक अवस्था पृथक हो तो यह विषमांगी उत्प्रेरण अभिक्रिया कहलाती है।

उदाहरण–

(i) तैलो का हाइड्रोजीनीकरण

$$\text{वनस्पति तेल } (\ell) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} \text{वनस्पति घी } (s)$$

(ii) अमोनिया की हैबर विधि

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{Fe(s)} 2NH_3(g)$$

विषमांगी उत्प्रेरण का अधिशोषण सिद्धान्त

कई गैसीय अभिक्रियाएँ ठोस उत्प्रेरक की उपस्थिति में सम्पन्न होती है। ठोस उत्प्रेरक के पृष्ठ पर मुक्त संयोजकता के कारण सक्रिय केन्द्र उपस्थित होते है। क्रियाकारक के अणु इन सक्रिय अणुओं के साथ बंध बनाकर ठोस उत्प्रेरक के पृष्ठ पर अधिशोषित हो जाते है। अधिशोषित अधिशोषित अणु उत्प्रेरक के साथ सक्रियत संकर का निर्माण करते है। जो अपघटित होकर उत्पादो में बदल जाता है एवं उत्पादो का पृष्ठ से विशोषण प्रारम्भ हो जाता है। सिद्धान्त में निम्नांकित बिन्दुओं की व्याख्या की जा सकती है।

1. उत्प्रेरक की सतह पर बार–बार अधिशोषण एवं विशोषण होता रहता है। इसलिए उत्प्रेरक की सूक्ष्म मात्रा क्रियाकारकों की अधिक मात्रा को उत्प्रेरित करने के लिये पर्याप्त होती है।
2. विशोषण के पश्चात् उत्प्रेरक की सतह अपरिवर्तित रहती है अतः अभिक्रियाओं के अन्त में उत्प्रेरक के द्रव्यमान एवं संघटन में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
3. क्रियाकरक, उत्प्रेरक के पृष्ठ पर रासायनिक बंधों का निर्माण करते है। जिसमें मुक्त अधिशोषण उर्जा, सक्रियण उर्जा की पूर्ति कर देती है। अतः अभिक्रिया तेजी से हो जाती है।
4. उत्प्रेरण विष के अणु उत्प्रेरक के पृष्ठ पर उपस्थित मुक्त संयोजकताओं पर दृढ़ता से अधिशोषित हो जाते है। जिससे अभिकारक के अणु अधिशोषित नहीं हो पाते है।
5. वर्द्धक उत्प्रेरक के पृष्ठ पर इस प्रकार अधिशोषित होते हैं कि सक्रिय केन्द्रों की संख्या बढ़ जाती है इस कारण अधिशोषण क्षमता तथा क्रियाशीलता बढ़ती है।

5.8.2 एन्जाइम उत्प्रेरण **(Enzyme Catalysis)**

एन्जाइम उच्च अणुभार वाली नाइट्रोजन युक्त जैव कोशिकाएँ होती है। ये प्रोटोनी अणु होते है। इनकी त्रिविमिय

संरचना होती है। ये पेड़–पौधों या जीव–जन्तुओं में पाये जाते है। एन्जाइम अणुओं का व्यास 10-100 nm होता है। एन्जाइम विशिष्ट प्रकृति के होते है जो जन्तु एवं पादपों में जीवन को व्यवस्थित रखने के लिये प्रयुक्त रासायनिक अभिक्रिया में उत्प्रेरकों का कार्य करते है इस कारण एन्जाइमों को जैव रासायनिक उत्प्रेकर कहते है एवं यह प्रक्रिया जैव रासायनिक उत्प्रेरण कहलाती है।

उदाहरण–

(i) खमीर में उपस्थित एन्जाइम जाइमेस द्वारा ग्लूकोज का एथेनॉल में परिवर्तन।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{जायमेस}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 \uparrow$$

(ii) सोयाबीन में उपस्थित, युरिएस एन्जाइम द्वारा युरिया का जल अपघटन।

$$NH_2 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - NH_2 + H_2O \xrightarrow{\text{यूरिएस}} 2NH_3 + CO_2$$

(iii) स्टार्च का डायास्टेज एन्जाइम द्वारा माल्टोज में अपघटन

$$2(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \xrightarrow{\text{डायास्टेज}} C_{12}H_{22}O_{11} \text{ माल्टोज}$$

(iv) $C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow[\text{एसीटाई}]{\text{माइकोडरमा}} CH_3COOH + H_2O$

(v) शर्करा का ग्लूकोज व फ्रक्टोज में अपघटन (इन्वर्टेस की उपस्थिति में)

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow \underset{\text{ग्लूकोज}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ्रुक्टोज}}{C_6H_{12}O_6}$$

(vi) प्रोटीन $\xrightarrow{\text{पेप्सिन}}$ एमीनो अम्ल

(vii) स्टार्च $\xrightarrow{\text{एमाइलेस (थूक)}}$ ग्लूकोज

(viii) स्टार्च $\xrightarrow{\text{टाइलिन (थूक)}}$ शर्करा

(ix) दूध $\xrightarrow[\text{बेसिलाई}]{\text{लेक्टिक}}$ दही

एन्जाइम उत्प्रेरकों के गुण–

(1) सर्वाधिक प्रभावी– एन्जाइम की उपस्थिति में कोई अभिक्रिया 10 लाख गुना तीव्र गति से हो सकती है।

(2) सूक्ष्म मात्रा– अत्यन्त सूक्ष्म मात्रा $\left(1 \text{ मोल का } \frac{1}{10^6}\right)$ में लिया गया एन्जाइम भी अभिक्रिया वेग को 10^3 से 10^6 गुना बढ़ा देता है।

(3) विशिष्टता– एन्जाइम अत्यन्त विशिष्ट प्रकृति के होते है, एक एन्जाइम एक अभिक्रिया में ही उत्प्रेरक का कार्य कर सकता है।

(4) ताप एवं pH– एन्जाइम की सक्रियता मध्यम ताप (37°C या 25-37°C) एवं निश्चित pH ($pH \approx 7$) पर ही रहती है। निश्चित ताप एवं pH जिस पर एन्जाइमों की सक्रियता सर्वाधिक हो अनुकूलतम ताप एवं अनुकूलतम pH कहलता है। मानव शरीर में अनुकूलतम pH का मान = 7.4 होता है।

(5) ये कोलॉइडी प्रकृति के होते है जिन्हें विद्युत अपघट्य मिलाने पर स्कन्दन द्वारा नष्ट किया जा सकता है।

(6) वर्द्धक या सह एन्जाइम– धातु आयन उदाहरण Na^+, Mn^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+} आदि एन्जाइम अणुओं के साथ दुर्बल बंधों का निर्माण कर इनकी उत्प्रेरकीय सक्रियता को बढ़ा देते है। अतः धातु आयनों को सह एन्जाइम कहते है।

(7) विष एन्जाइम– HCN, CS_2 आदि पदार्थ एन्जाइमों के लिये विष का कार्य करते है तथा ये पराबैंगनी विकिरणों से नष्ट हो जाते है।

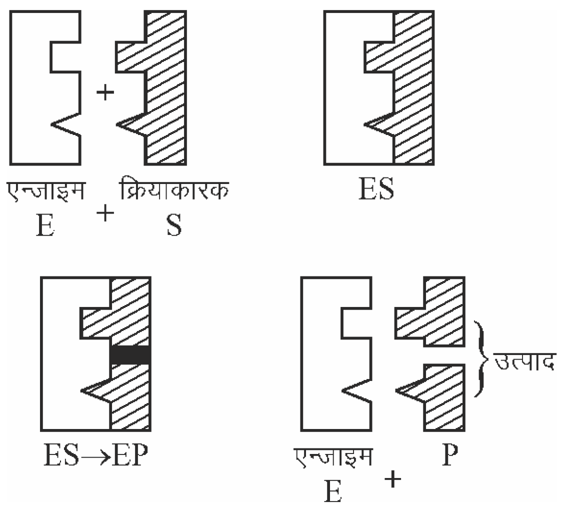
एन्जाइम उत्प्रेरित अभिक्रिया की क्रिया विधि–

सामान्यतया एन्जाइम उत्प्रेरण अभिक्रिया निम्नांकित पदों में सम्पन्न होती है:–

(i) एन्जाइम (E) का क्रियाकारक अणु से जुड़कर संकुल का निर्माण करना–

$E + S \rightarrow ES$ यहाँ ES एन्जाइम–क्रियाकरक संकुल कहलाता है।

(ii) संकुल संचरना में उत्पाद का निर्माण होना। $ES \rightarrow EP$ यहाँ EP एन्जाइम–उत्पाद संकुल कहलाता है।



चित्र 5.8

(iii) एन्जाइम उत्पाद संकुल से उत्पाद का निर्माण। EP → E+P एन्जाइमों की सक्रिय पृष्ठ की आकृति विशिष्ट ज्यामिति की होती है जिनमें क्रियाकारक के अणु इस प्रकार से फिट हो जाते है जैसे ताले में चाबी। इसी कारण एन्जाइम अतिविशिष्ट होते है जो निर्धारित क्रियाकारक अणु से आकृति में समानता पर ही क्रिया कर उत्पाद बनाते है।

5.8.3 जिओलाइट उत्प्रेरण या आकार वरणात्मक उत्प्रेरक–

जिओलाइट सूक्ष्म छिद्रित एल्यूमिनो सिलिकेट होते है। इनका सामान्य सूत्र $M_n[(AlO_2)_x(SiO_2)_y]_z.mH_2O$ होता है। जहाँ n धातु M की ऑक्सीकरण अवस्था है। उदाहरण– $Na_2Al_2Si_2O_8.xH_2O$। जिओलाइट की त्रिविमिय संरचना में कुछ सिलिकन परमाणु के स्थान पर Al-परमाणु आ जाते है। इस प्रकार के उत्प्रेरकों में विभिन्न आकार के छिद्र तथा गुहाएँ होती है। जिनका आकर 260 Pm से 740 Pm तक होता है। जिओलाइट के इन छिद्रो में जल के अणु भर जाते है तब इन्हें जल योजित जिओलाइट कहते है। इनका उपयोग आयन विनिमय द्वारा कठोर जल को मृदु बनाने में करते है। जब जिओलाइट को निर्यात में गर्म करते है तो ये जल के अणु को त्याग देते है तथा अपने छिद्र के आकार के क्रियाकारकों को इन छिद्रो में अवशोषित कर लेते है। ऐसे अणु ही जिओलाइट से क्रिया कर पाते है जिनका आकर जिओलाइट में विद्यमान छिद्रो जितना हो। इसी कारण जिओलाइट को वरणात्मक अवशोषक कहते है। उदाहरणः– एल्कोहल को पेट्रोल (गैसीलीन) में परिवर्तित करने में जिओलाइट उत्प्रेरक ZSM-5 का उपयोग होता है। जिओलाइट में छिद्रो में एल्कोहल का निर्जलीकरण होता है एवं हाइड्रोकार्बनो का मिश्रण प्राप्त होता है।

उदाहरण– परम्यूटिट $Na_2Al_2Si_2O_8xH_2O$, ZSM-5, $H_x[(AiO_2)_x.(SiO_2)_{96-x}]16H_2O$ इरिओनाइट $Na_2K_2Ca\ Mg(AlO_2)_2(SiO_2)_26H_2O$

5.9 कोलॉइड (Colloid)

1861 में थॉमस ग्राहम ने पाया कि गोंद, जिलेटिन आदि जान्तव झिल्ली से विसरित नहीं हो पाते है जबकि शर्करा, नमक आदि के जलीय विलयन आसानी से जान्तव झिल्ली में से विसरित हो जाते है। इसी आधार पर उसने पदार्थो को दो श्रेणियों में विभाजित किया।

1. कोलॉइड– (Kolla ग्रीक शब्द का अर्थ गम अर्थात् गूंद) ये जान्तव झिल्ली से विसरित नहीं हो पाते है।उदाहरण– गोंद, जिलेटिन, स्टार्च आदि।
2. क्रिस्टलॉयड– ये जान्तव झिल्ली से विसरित हो जाते है। उदाहरण– NaCl, शर्करा आदि।

परन्तु ग्राहम द्वारा पदार्थो का यह वर्गीकरण पूर्ण रूप से संतोषजनक नहीं था क्योंकि कोई विशेष यौगिक एक विलायक में क्रिस्टलॉयड तथा अन्य विलायक में कोलॉइड का व्यवहार करता है।

उदाहरण– NaCl का जलीय विलयन क्रिस्टलॉयड है जबकि यह बैंजीन में कोलॉइड का व्यवहार करता है।

साबुन का जलीय विलयन कोलॉइड है जबकि एल्कोहॅलिक विलयन क्रिस्टलॉयड है।

विशिष्ट परिस्थितियों में सोना, चाँदी, ताँबा आदि धातुओं को भी कोलॉइडी अवस्था में प्राप्त किया जाता है।

अतः आधुनिक मतानुसार कोलॉइड कोई पदार्थ न होकर पदार्थ की ही एक अवस्था होती है जो पदार्थ के कणों के आकार पर निर्भर करती हैं कणों के आकार के आधार पर विलयन को तीन भागों में (विलयन, कोलॉइड, निलम्बन) बांटा जा सकता है।

1. वास्तविक विलयन– वास्तविक विलयन एक समांगी मिश्रण होता है। इसमें विलेय तथा विलायक के कणों का आकार समान होता हैं। कणों का व्यास 10^{-7} cm से कम होता है। इन कणों को शक्तिशाली सूक्ष्मदर्शी द्वारा भी नहीं देखा जा सकता है। ये कण आयन अथवा अणु के रूप में उपस्थित होते है।
2. निलम्बन– यह एक विषमांगी मिश्रण है जिसमें वृहद अविलेय कण होते है। कणों का व्यास 10^{-4} cm से अधिक होता है। ऐसे कण भारी होने से गुरूत्वाकर्षण बल के कारण पात्र की तल पर जमा हो जाते है। इन कणों को आँखों द्वारा देखा जा सकता है।

3. कोलॉइडी विलयन– यह उपर्युक्त दोनों चरम स्थितियों की मध्यवर्ती अवस्था है इसके कणों का आकार 10^{-5} सेमी से कम तथा 10^{-7} सेमी से अधिक होता है। ये कण आँखों द्वारा नहीं परन्तु सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखे जा सकते है। वास्तविक विलयनों के कणों की तुलना में इनके कणों का आकार बड़ा होने के कारण ये शीघ्रता से विसरित नहीं होते और निलम्बनों की तुलना में इनका आकार छोटा होने से ये गुरूत्व बल से पेंदे में भी एकत्रित नहीं होते। इस प्रकार के विषमांगी विलयन कोलॉइडी विलयन कहलाते है।

सारणी 5.3 : वास्तविक विलयन, कोलॉइडी विलयन, निलम्बन में अन्तर

क्र. स.	गुण	वास्तविक विलयन	कोलॉइडी विलयन	निलम्बन
1.	प्रकृति	समांगी	विषमांगी	विषमांगी
2.	प्रावस्था संख्या	1	2	2
3.	कणों का आकार	$<10^{-7}$cm	10^{-5}–10^{-7}cm	$>10^{-5}$cm
4.	कणों की दृश्यता	नहीं देखे जा सकते है	सूक्ष्मदर्शी से देखना संभव है	आंखों से देखना संभव है।
5.	गुरूत्वाकर्षण	नगण्य	नगण्य	प्रभावित होते है
6.	अधिशोषण	कम या नगण्य	उच्च अधिशोषण	नगण्य
7.	फिल्टरल			
	(i) साधारण फिल्टर पत्र से	संभव नहीं	संभव नहीं	संभव
	(ii) अल्ट्रा–फिल्टरन	संभव नहीं	संभव	संभव
8.	ब्राउनी गति	प्रदर्शित नहीं करते	करते है।	नहीं करते है।
9.	टिण्डल प्रभाव	प्रदर्शित नहीं करते	करते है।	नहीं करते है।
10.	विसरण	तीव्र गति से	धीमी गति से	संभव नहीं
11.	विद्युत क्षेत्र	धनायन कैथोड की ओर ऋणायन एनोड की ओर	सभी कणों का विपरीत आवेशित प्लेट पर स्कंदन या अवक्षेपण।	अप्रभावित
12.	प्रकटता	पारदर्शी	समान्यतया पारदर्शी	अपारदर्शी

5.9.1 कोलॉइड की प्रावस्थाएँ

1. परिक्षिप्त प्रावस्था (Dispersed Phase)– यह वितरित अथवा आंतरिक प्रावस्था भी कहलाती है। यह वह घटक है जिसकी मात्रा अल्प होती है।
2. परिक्षेपण माध्यम (Dispersion Medium)– यह वितरण अथवा बाह्य प्रावस्था भी कहलाती है यह वह घटक है जिसका आधिक्य होता है।

उदाहरण– सिल्वर के जलीय कोलॉइड विलयन में सिल्वर परिक्षिप्त प्रावस्था एवं जल परिक्षेपण माध्यम की भाँति कार्य करता है।

परिक्षेपण अथवा वितरण माध्यम के नाम के आधार पर कोलॉइडी विलयनों को निम्नांकित विशिष्ट नाम दिए गए है।

- परिक्षेपण माध्यम जल होने पर हाइड्रोसॉल
- परिक्षेपण माध्यम एल्कोहल होने पर एल्कोसॉल
- परिक्षेपण माध्यम बैंजीन होने पर बैंजोसॉल
- परिक्षेपण माध्यम वायु या गैस होने पर ऐरासॉल

परिक्षिप्त प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम की प्रकृति के आधार पर कोलॉइड तंत्र के प्रकार को निम्नांकित सारणी में सूचीबद्ध किया गया है।

सारणी 5.4

क्र. सं.	परिक्षिप्त प्रावस्था	परिक्षेपण माध्यम	कोलॉइड तंत्र का नाम	उदाहरण
1.	गैस	द्रव	झाग या फोन	साबुन विलयन, फैंटी हुई क्रीम, सोड़ा वाटर का झाग
2.	गैस	ठोस	ठोस फोम	केक, रबड़, स्टाइरीन फोम, सूखे समुद्री झाग
3.	द्रव	गैस	द्रवो के वायुसॉल या एरोसॉल	कोहरा, बादल, कीटनाशक दवाइयों का छिड़काव
4.	द्रव	द्रव	पायस या इमल्सन	दूध, तेल–जल मिश्रण, दवाईयाँ
5.	द्रव	ठोस	जैल	मक्खन, बूट पॉलिश, जैम, जैली, पनीर, दही
6.	ठोस	गैस	ठोसो के वायुसॉल	धुँओं, धूल का तूफान
7.	ठोस	द्रव	सॉल	सोने का सॉल या कोलोइडी सोना, जल में वितरित स्टार्च पैंट, गोंद विलयन, दलदल युक्त जल
8.	ठोस	ठोस	ठोस सॉल	खनिज, रूबी ग्लास, विभिन्न रत्न, काले हीरे

5.9.2 कोलॉइड का वर्गीकरण

1. प्रावस्थाओं के मध्यम आकर्षण या बंधुता के आधार पर

(i) द्रव स्नेही कोलॉइड–

जिन विलयनों में परीक्षिप्त प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम के मध्य आकर्षण हो उन्हें द्रव स्नेही कोलाइड कहते हैं इनके गुण निम्न हैः–

(अ) इन्हें परिक्षिप्त प्रावस्था व परिक्षेपण माध्यम को सीधे मिश्रित कर प्राप्त किया जा सकता हैं

(ब) ये स्थायी होते हैं

(स) इनका शीघ्रता से स्कंदन नहीं होता हैं स्कंदन करने हेतु विद्युत अपघट्य मिलाया जाता हैं

(द) ये उत्क्रमणीय होते है अर्थात् स्कंदन के पश्चात् वाष्पीकरण से ठोस प्राप्त करके वितरण माध्यम में घोलने पर इन्हें पुनः प्राप्त किया जा सकता हैं

उदाहरण– स्टॉर्च , जिलेटिन, प्रोटीन सॉलं

(ii) द्रव विरोधी कोलॉइड

इन विलयनो में परीक्षिप्त प्रावस्था एवं परीक्षेपण माध्यम के मध्य आकर्षण नहीं होता हैं इसके गुण निम्न हैः–

(अ) इन्हें अप्रत्यक्ष विधि, रासायनिक अभिक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता हैं

(ब) ये अस्थायी होते हैं

(स) ये शीघ्र स्कंदित हो जाते हैं

(द) ये अनुत्क्रमणीय होते है, स्कंदन के पश्चात् पुनः कोलॉइड निर्माण नहीं किया जा सकता हैं

उदाहरण– धातु, सल्फर, अधातु के कोलॉइडं

सारणी 5.5 : द्रव स्नेही तथा द्रव विरोधी कोलॉइड में तुलना

	गुण	द्रव स्नेही या द्रव रागी कोलॉइड	द्रव विरोधी या द्रव विरागी कोलॉइड
1.	निर्माण की विधि	सीधे मिलाकर आसानी से बनाये जा सकते हैं	केवल विशिष्ट विधियों द्वारा ही बनाये जाते हैं
2.	प्रकृति	उत्क्रमणीयं	अनुत्क्रमणीय
3.	दृश्यता	अल्ट्रामाइक्रोस्कोप द्वारा भी आसानी से नहीं देखे जा सकते हैं	अल्ट्रामाइक्रोस्कोप द्वारा सानी से देखे जा सकते हैं
4.	स्थायित्व	स्वतः स्थायी होते हैं	अस्थायी होते हैं अतः स्थायित्व हेतु स्थायित्व प्रदान वाले कारक मिलाते हैं
5.	वैद्युत अपघट्य की क्रिया	वैद्युत अपघट्य की अधिक मात्रा द्वारा अवक्षेपित हो जाते हैं जिसे स्कंदन कहते हैं	वैद्युत अपघट्य की सूक्ष्म मात्रा द्वारा भी अवशोषित हो जाते हैं
6.	श्यानता	परिक्षेपण माध्यम से बहुत अधिक होता हैं	प्रायः परिक्षेपण माध्यम के बराबर होता हैं
7.	पृष्ठ तनाव	परिक्षेपण माध्यम से कम होता है	परिक्षेपण माध्यम के लगभग बराबर होता हैं
8.	टिण्डल प्रभाव	प्रकट नहीं करतें	प्रकट करते हैं
9.	जल योजन	विलायक के प्रति आकर्षण के कारण अत्यधिक जलयोजित होते हैं	द्रव विरोधी होने के कारण इनमें जलयोजन नहीं होता हैं

2. परिक्षिप्त प्रावस्था के कणो के आकार के आधार पर

(i) बहुअणुक कोलॉइड (Multimolucular Colloid)–

इन कोलाइड पदार्थ के परमाणु या अणु का व्याय 10^{-7}cm से भी कम होता है परस्पर वान्डरवाल बलों से बंधित होकर कोलाइड कणों का निर्माण कर देते हैं

उदाहरण– सल्फर सॉल में 1000 या इससे भी अधिक S_8 अणुओं के समूह के रूप में कोलॉइडी कण होते है एवं गोल्डसॉल में कोलॉइडी कण गोल्ड परमाणुओं का समूह होते हैं

(ii) वृहद अणुक कोलॉइड (Macromolecular Colloid)–

इस प्रकार के कोलॉइड बनाने वाले पदार्थों के अणुआं का आकार बड़ा होता है जब ये परिक्षिप्त प्रावस्था के रूप में धुलकर कोलॉइडी विलयन का निर्माण करते है तो कणों का आकार कोलोइड का हो जाता हैं परिक्षिप्त प्रावस्था बनाने वाले वृहद अणु उच्च अणुभार वाले बहुलक होते हैं प्राकृतिक वृहद अणु उदाहरण स्टार्च सेलुलोस, प्रोटीन, एन्जाइम, जिलेटिन आदि एवं कृत्रिम वृहद अणु उदाहरण नाइलोन पॉलीथीन, प्लास्टिक, पॉलीस्टाईरीन इस प्रकार के कोलॉइड का निर्माण करते हैं

ये वे पदार्थ होते है जो कम सान्द्रता में उपस्थित होने पर विलयन में सामान्य विद्युत अपघट्यों की भांति व्यवहार करते है। परन्तु अधिक सान्द्रता में होने पर कोलॉइडी विलयन का निर्माण कर देते है। ऐसे विलयन संगुणित कोलॉइड कहलाते है।

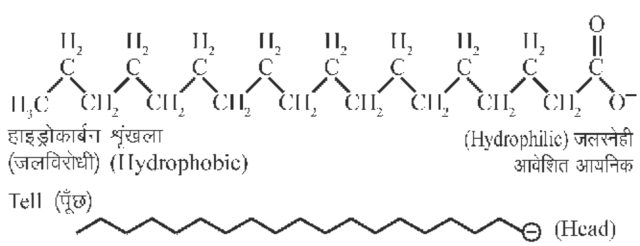
उदाहरण– साबून (सोडियम स्टीयरेट) कम सान्द्रता में जलीय विलयन में निम्न प्रकार से आयनित हो जाता है:–

$$C_{17}H_{35}COONa \rightleftharpoons \underset{\text{स्टीयरेट आयन}}{C_{17}H_{35}COO^-} + Na^+$$

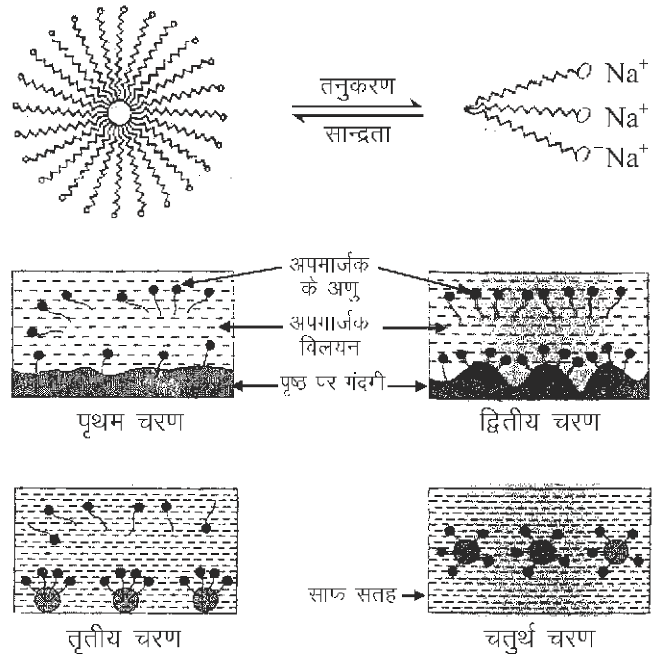
परन्तु उच्च सान्द्रता में उपस्थित होने पर ये आयन संगुणित होकर कोलॉइडी कणों का आकार ग्रहण कर कोलॉइडी विलयन का निर्माण कर देते है। संगुणन से बने कणों को मिशेल कहते है। मिशेल का निर्माण विलयन में पदार्थ की एक निश्चित सान्द्रता से ऊपर होता है जिसे क्रांतिक मिशेलीकरण सान्द्रता (CMC) कहते है। उदाहरण– साबून के लिए CMC का मान 10^{-3} mol L^{-1} होता है। पृथक–पृथक मिशेल के लिए CMC का मान भी पृथक होता है।

मिशेलीकरण की क्रिया विधि– मिशेल का निर्माण ऐसे अणुओं के संगुणन से होता है। जिसमें द्रव विरोधी एवं द्रव स्नेही दोनों ही भाग होते है। ऐसे अणु पृष्ठ सक्रिय अणु कहलाते है। **उदाहरण–** साबनु सोडियम स्टीयरेट $C_{17}H_{35}COONa$ में हाइड्रोकार्बन 17 कार्बन परमाणुओं की हाइड्रोकार्बन श्रृंखला द्रव विरोधी अथवा जल विरोधी होता है। जबकि ध्रुवीय COONa द्रव स्नेही अथवा जल स्नेही होता है। अपमाजंक क्रिया में चिकनाई व ग्रीस में अपमार्जक का जल विरोधी सिरा जब बहुत सारे अणु ऐसी क्रिया करेंगे और साथ में यदि हाथ से मसलने अथवा गर्म जल में उबालने की क्रिया होगी तो गंदगी जिस सतह से चिपकी रहती है वहां से छोटी–छोटी बूंदों के रूप में हटकर जल में आ जाती है तथा सतह गंदगी से मुक्त हो जाती है।

निशेलीकरण एवं अपमार्जक की अपमार्जन क्रिया को निम्नांकित चित्र द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है।



एक साबुन का अणु



चित्र 5.9

कोलॉइडी विलयन बनाने की विधियाँ– द्रव स्नेही कोलॉइडी को परीक्षिप्त प्रावस्था को उपयुक्त परिक्षेपण माध्यम के साथ मिलाकर ही प्राप्त किया जा सकता है। इसका मुख्य कारण परीक्षिप्त प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम में प्रबल बंधुता का होना है।

उदाहरण– स्टार्च, गोंद, जिलेटिन के कोलॉइड।

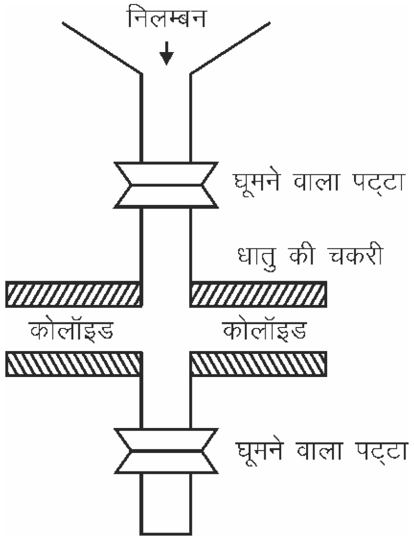
द्रव विरोधी कोलॉइड के निर्माण के लिए विशेष विधियाँ अपनानी होती है।

(1) पदार्थ के बड़े कणों को तोड़कर कोलॉइड आकार का बनाना, इसे परिक्षेपण विधि कहते है।

(2) पदार्थ अथवा आण्विक आकार के कणों को संयोजित कर कोलॉइड आकार का बनाना इसे संघनन विधि कहते है।

परिक्षेपण विधियाँ (Dispersion methods)–

(i) **यांत्रिक वितरण–** इस विधि में जिस पदार्थ का कोलॉइड बनाना हो उसका महीन चूर्ण बनाकर उपयुक्त विलायक के साथ मिलाकर निलम्बन तैयार करते है फिर इस निलम्बन को एक विशेष प्रकार की कोलॉइडी मिल में डालते है। इस मिल (चक्की) में दो धात्विक चकरियाँ होती है जो एक–दूसरे के साथ कुछ ही दूरी पर स्थित होती है और पट्टो के सहारे एक–दूसरे के विपरीत दिशा में घुमती है।



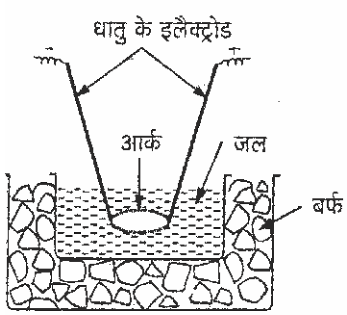
चित्र 5.10 : कोलॉइडी चक्की

ऊपर से पदार्थ का निलम्बन डालते है जिसके मोटे कण इस चक्की में पिसकर महीन हो जाते है और कोलॉइडी आकार ग्रहण कर लेते हे धातु की चकरियों की दूरी को कणों की इच्छित आकार के अनुसार नियंत्रित कर सकते है।

पेन्ट, वार्निश, मरहम, रंजक पदार्थ व दाँतों की क्रीम आदि कोलॉइड इसी विधि से बनाये जाते है।

2. विद्युत परिक्षेपण (Electrical dispersion)

इस विधि से धातु के कोलॉइडी विलयन प्राप्त किए जाते है। जिस धातु को कोलॉइडी अवस्था में प्राप्त करना होता है, उसके इलेक्ट्रॉडो के मध्य आर्क उत्पन्न करते है। ये इलेक्ट्रॉड परिक्षेपण माध्यम जल में डूबे रहते है। आर्क की उष्मा से धातु वाष्प में बदल जाती है। यह वाष्प शीघ्र ही हिमशीतित जल द्वारा संघनित होकर कोलॉइडी कण बनाती है ओर धातु का कोलॉइडी विलयन प्राप्त होता है। Au, Ag, Cu, Pt आदि धातु के कोलॉइडी विलयन इस विधि से बनाए जाते है। इस प्रकार प्राप्त कोलॉइड जल प्रतिकर्षि होते है अतः स्थायी रखने हेतु KOH की अल्प मात्रा को मिश्रित किया जाता है।



चित्र 5.11 : ब्रेडिंग आर्क विधि

संघनन विधियाँ–

(1) अपचयन– Au, Ag, Pt आदि भरी धातु के कोलॉइड इस विधि से बनाए जाते है। अपचायक के रूप में फार्मेल्डिहाइड, टैनिक अम्ल आदि का प्रयोग करते है।

$$2AuCl_3 + 3HCHO + 3HOH \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{2Au} + 3HCOOH + 6HCl$$

$$\underset{\text{क्लोरो ऑरिक अम्ल}}{2HAuCl_4} + 3H_2O_2 \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{2Au} + 8HCl + 3O_2$$

$$PtCl_2 + HCHO + HOH \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{Pt} + HCOOH + 2HCl$$

$$2AuCl_3 + 3SnCl_2 \xrightarrow{\text{जलीय}} 3SnCl_4 + \underset{\text{कोलॉइडी}}{2Au}$$

$$AgCl + \text{टैनिक अम्ल} \longrightarrow Ag \text{ कोलॉइडी}$$

Au का कोलॉइड बैंगनी रंग का होता है अतः इसे कॉशियस पर्पल कहते है। इसमें एवं Ag कोलॉइड में स्थायीकारक के रूप में रूप में क्रमशः जिलेटिन एवं अंडे की जर्दी का उपयोग करते है।

(2) ऑक्सीकरण– सल्फर, सेलिनियम, आयोडीन आदि अधातुओं के कोलॉइड इस विधि द्वारा प्राप्त किए जाते है।

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{3S} + 2H_2O$$

$$H_2S + 2HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{S} + 2NO_2 + 2H_2O$$

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + SO_2 + \underset{\text{कोलॉइडी}}{S} + H_2O$$

$$5HI + HIO_3 \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{3I_2} + 3H_2O$$

$$2H_2Se + O_2 \longrightarrow 2H_2O + \underset{\text{कोलॉइडी}}{Se}$$

(3) **उभय अपघटन–** इस प्रकार की अभिक्रिया अविलेय लवण के कोलॉइडी विलयन बनाने में काम आती है।

उदाहरण–

$$Hg(CN)_2 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{कोलॉइडी}}{HgS} + 2HCN$$

$$As_2O_3 + 3H_2S \longrightarrow As_2S_3 + 3H_2O$$

$$AgNO_3 + \underset{(x=Br,I)}{K-X} \longrightarrow AgX + KNO_3$$

$$CdO + H_2S \longrightarrow CdS + H_2O$$

(4) जल अपघटन– आयरन, क्रोमियम, एलुमिनियम के हाइड्रोक्साइडो के कोलॉइडीविलयन को उनके लवणों के जल अपघटन से बनाया जाता है।

$$FeCl_3 + 3HOH \longrightarrow \underset{\text{लाल रंग का सॉल}}{Fe(OH)_3} + 3HCl$$

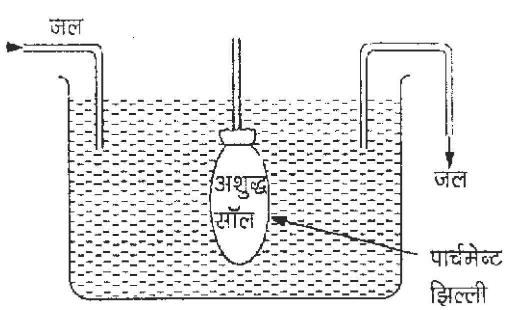
(5) विलायक विनिमय विधि– गंधक, फास्फोरस, रेजिन आदि पदार्थ जो जल की अपेक्षा एल्कोहल में अधिक विलेय हाते है के एल्कोहालिक विलयन में जल का आधिक्य मिलाने पर इनके जलीय कोलॉइड प्राप्त होते है। एल्कोहल में तो कणों का आकार सूक्ष्म होता है परन्तु जल में स्थानान्तरण पर अणुओं का संयोजन होकर कोलॉइड प्रकार के कण बन जाते है।

(6) पदार्थ की वाष्प का द्रव में संघनन– किसी उबलते हुए पदार्थ की वाष्प को द्रव में प्रवाहित करने पर उस पदार्थ का कोलॉइडी विलयन प्राप्त होता है। इस विधि द्वारा सल्फर एवं पारा (मर्करी) के जलीय कोलॉइड प्राप्त किये जा सकते है।

5.9.3 कोलॉइड विलयनों का शुद्धिकरण (Purification of colloidal solutions)

उपर्युक्त विधियों से बनाये गये कोलॉइडी विलयनों में कुछ विलेय अशुद्धियाँ व वैद्युत अपघट्य रह जाते है। वैद्युत अपघट्यों की सूक्ष्म मात्रा प्रायः कोलॉइड विलयन के स्थायित्व हेतु आवश्यक होती है, परन्तु अधिक मात्रा होने पर कोलॉइड विलयन धीरे–धीरे अवक्षेपित हो जाते है, अर्थात् कोलॉइड विलयन के शोधन का मुख्य उद्देश्य वैद्युत अपघट्यों की अधिक मात्रा को दूर करना होता है। इसके लिए मुख्य रूप से निम्न विधियाँ प्रयुक्त की जाती हैः–

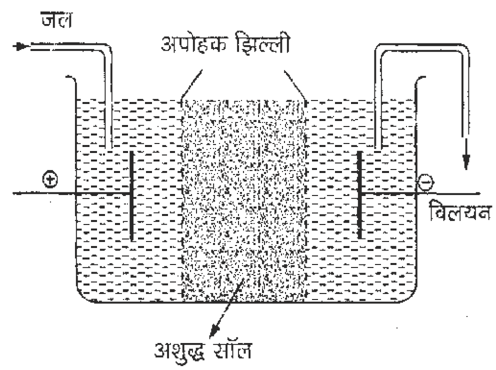
1. अपोहन (Dialysis)– अपोहन की प्रक्रिया इस तथ्य पर आधारित है कि कोलॉइडी कण पार्चमेन्ट झिल्ली या कोशिका झिल्ली और चर्मपत्र में से विसरित नहीं हो सकते जबकि वैद्युत् अपघट्य के आयन विसरित हो जाते हैं।



चित्र 5.12 : कोलॉइडी सॉल से विलेय अशुद्धियों को दूर करने के लिए अपोहन प्रक्रिया

कोलॉइडी विलयन को पार्चमेन्ट या कोशिका झिल्ली के अपोहक में पानी के साथ भर लेते हैं। धीरे–धीरे वैद्युत अपघट्य की अशुद्धियाँ बाहर की ओर विसरित हो जाती हैं तथा शुद्ध कोलॉइडी विलयन अपोहक में रह जाता है। अतः वास्तविक विलयन में उपस्थित पदार्थों को कोलॉइडी अवस्था में पृथक करने की प्रक्रिया यानि उचित झिल्ली से विसरण का होना अपोहन कहलाता है।

2. वैद्युत अपोहन (Electro Dialysis)– यह अपोहन की विकसित प्रक्रिया होती है क्योंकि सामान्य अपोहन की प्रक्रिया धीमी गति से होती है। वैद्युत क्षेत्र द्वारा किया गया अपोहन वैद्युत अपोहन कहलाता है। अशुद्ध कोलॉइडी विलयन को चित्र के अनुसार दो अपोहन झिल्लियों के मध्य भर लेते हैं। शुद्ध जल को बाह्य भाग में भर लेते हैं। दोनों इलैक्ट्रोड बाह्य भाग में होते है। जब इलैक्ट्रोडों के मध्य विद्युत प्रवाहित करते हैं तो अशुद्धि में उपस्थित आयन विपरीत इलैक्ट्रोडों की ओर तीव्र गति से विसरित होते हैं जिससे विसरण की दर बढ़ जाती है। प्रभावी पृथक्करण हेतु पानी का निरन्तर प्रवाह आवश्यक होता है।



चित्र 5.13 : वैद्युत अपोहन की प्रक्रिया

3. अतिसूक्ष्म निस्यंदन (Ultramicrofilteration)– कोलॉइडी कण साधारण निस्यंदक के बाहर निकल जाते हैं क्योंकि छिद्रों का आकार कोलॉइडी कणों से बड़ा होता है। छिद्रों के आकार को कम करने के लिए इसे जिलेटिन या कोलॉइडी विलयन में भिगोकर पुनः फामेल्डिहाइड में मिलाते हैं, जिससे छिद्र कठोर हो जाये। इस प्रकार के निस्यंदक को अतिसूक्ष्म निस्यंदक कते हैं जो कि वैद्युत अपघट्यों तथा अन्य विलये अशुद्धियों को अपने में से गुजरने देता है किन्तु शुद्ध कोलॉइडी कणों को रोक लेता है।

5.9.4 कोलॉइडी विलयनो के गुण (Properties of colloidal solutions)

1. विषमांगी प्रकृति (Heterogeneity)– परिक्षिप्त प्रावस्था के कणों का आकार बड़ा होने से कोलॉइडी विलयन विषमांगी प्रकृति के होते है।

2. अस्थिरता **(Unstability)**– कोलॉइड मुख्यतः द्रव विरोधी कोलॉइड अस्थिर होते है क्योंकि प्रावस्था कणों का आकार बड़ा होता है एवं कुछ समय पश्चात् गुरूत्व बलों से निलम्बन हो जाता है।

3. सतही क्षेत्रफल **(Surface area)**– कोलॉइडी विलयन में उपस्थित कोलॉइडी कणों का कुल सतही क्षेत्रफल बहुत अधिक होता है, जिसके कारण कोलॉइडी विलयन उत्तम अधिशोषक की भाँति कार्य करते हैं तथा प्रभावशाली उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त होते है।

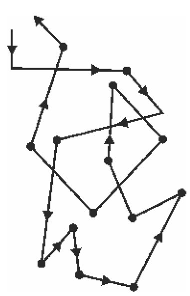
4. रंग **(Colour)**– कोलॉइडी विलयनों का रंग परिक्षिप्त प्रावस्था द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णित तरंगदैर्ध्य के आधार पर भिन्न–भिन्न होता है।

कोलॉइडी कण प्रकाश के जिस तरंगदैर्ध्य का प्रकीर्णन सबसे अधिक करते हैं, कोलॉइडी विलयन उसी तरंगदैर्ध्य के रंग का दिखाई देता है। प्रकीर्णित तरंगदैर्ध्य का मान कोलॉइडी कणों के आकार और प्रकृति पर निर्भर करता है।

उदाहरण– सिल्वर सॉल में उपस्थित, सिल्वर के कणों का आकार 6×10^{-5} mm होने पर सूल का रंग पीला–नारंगी और 9×10^{-5} mm होने पर लाल–नारंगी होता है।

5. अवसादन **(Sedimentation)**– किसी सॉल को अपकेन्द्री मशीन में लेकर तेजी से घुमाने पर, सॉल के कण निःसादित हो जाते है। यह प्रक्रिया अवसादन कहलाती है। इस विधि द्वारा वृहद् अणुओं का आण्विक भार ज्ञात किया जा सकता है।

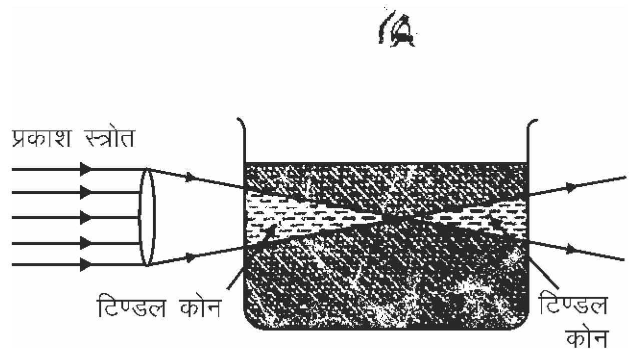
2. ब्राउनी गति **(Brownian movement)**– सन् 1828 में ब्रिटिश वनस्पति शास्त्री रॉवर्ट ब्राउन ने पाया क पानी में पड़े परागकण एक निरन्तर अनियमित (टेड़ी–मेढ़ी) गति करते हैं। इस गति को उसने ब्राउनी गति कहा। बाद में यह पाया गया कि परिक्षिप्त प्रावस्था के कण कोलॉयडी विलयन में इसी प्रकार की गति प्रकट करते है। चित्र 5.14 दिखाया गया है कि सिनेमा हॉल में प्रकाश के मार्ग में धुएँ के कण अनियमित गति प्रकट करते है।



चित्र 5.14 : कोलॉइडी कणों की ब्राउनी गति

3. प्रकाशिकी गुण **(Optical properties)**–

टिण्डल प्रभाव **(Tyndall effect)**– जब अंधेरे में किसी वास्तविक विलयन में से प्रकाश पुंज को गुजारा जाता है तो विलयन में वह प्रकाश दिखाई नहीं देता जब तक कि आँखों को प्रकाश की दिशा के पथ में न ले जाया जाय। परन्तु जब प्रकाश पुंज को कोलॉइडी विलयन में से गुजारा जाता है तो यह प्रकाश चमकीली वर्ण रेखा के रूप में दिखायी देता है। यह परिघटना टिंडल प्रभाव कहलाती हैं यह प्रक्रिया कोलॉइडी कणों की सहत से प्रकाश का प्रकीर्णन होने के कारण होती है। प्रकाश का प्रकीर्णन परिक्षिप्त प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम के अपवर्तनांक के अंतर के कारण होती है। द्रव विरोधी कोलॉइड के लिए इस अंतर का मान अधिक होता है।



चित्र 5.15 : टिण्डल प्रभाव

उदाहरण–

जब सूर्य की किरणे किसी अंधेरे कमरे में किसी छिद्र में से होकर आती है तो किरणों के पथ में उपस्थित धूल के कणों का दिखायी देना टिंडल प्रभाव का सर्वोत्तम उदाहरण है।

प्रकाश का प्रकीर्णन प्रकाश की तरंगदैर्ध्य (λ) की चतुर्थ घात का व्युत्क्रमानुपाती होता है $\because$ नीले रंग की तरंगदैर्ध्य सबसे कम होती है अतः इसका प्रकीर्णन सर्वाधिक होता है इसी कारण समुद्री जल, आकाश, तरणताल जल नीले दिखाई देते है।

4. वैद्युत गुण– कोलॉइडी सॉल के स्थायित्व का मुख्य कारण परिक्षिप्त प्रावस्था के कणों पर स्थित आवेश होता है। वास्तव में परिक्षिप्त प्रावस्था में सभी कणों पर एक ही प्रकार का आवेश होता है अर्थात् धनावेशित या ऋणावेशित कण होते हैं। एक ही प्रकार के आवेश युक्त कण एक–दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं। इसी कारण ये पास नहीं आ पाते हैं अर्थात् संयुक्त होकर बड़े आकार के कण नहीं बना पाते हैं।

जल को परिक्षेपण माध्यम के रूप में प्रयुक्त करने पर कुछ घनावेशित व ऋणावेशित कोलॉइडी सॉल निम्न हैंः–

सारणी 5.6 : धन या ऋण आवेशित कोलॉइडी कणों सहित कोलॉइडी सॉल

ऋणावेशित कोलॉइडी सॉल	धनावेशित कोलॉइडी सॉल
• धातुओं जैसे Au, Ag, Cu, Pt, आदि।	• जलयोजित धात्विक जैसे $Al_2O_3.xH_2O$, $Fe_2O_3.xH_2O$ या $Al(OH)_3$ एवं $Fe(OH)_3$
• धातु सल्फाइड जैसे CdS, As_2S_3,Sb_2S_3	• ऑक्साइड जैसे TiO_2
• स्टार्च, जिलेटिन	• क्षारीय रंजक जैसे मेथिलीन नील
• सिलिसिक एसिड, मिट्टी।	
• हीमोग्लोबीन (रक्त)	
• अम्लीय रंजक (acid dyes) जैसे–इओसिन काँगो रेड।	

आवेश उत्पत्ति के कारण–

(i) घर्षण विद्युतीकरण– कोलॉइड कणों के परिक्षण माध्यम के कणों से घर्षण के कारण उन पर विद्युत आवेश उत्पन्न होता है।

(ii) पृष्ठीय अणुओं के विघटन के कारण– साबुन अपने जलीय विलयन में निम्न प्रकार आयनित होता है।

$$C_{17}H_{35}COONa \longrightarrow C_{17}H_{35}COO^- + Na^+$$

धनायन (Na^+) तो विलयन में चले जाते है परन्तु ऋणायन हाइड्रोकार्बन श्रृंखला अंतरा अणुक आकर्षण बलों से संगुणित होकर ऋणावेशित कोलॉइड का निर्माण करते है।

(iii) आयनों का वरणात्मक अधिशोषण **(Selective adsorption of ions)**– इस सिद्धान्त के अनुसार कोलॉइडी कणों की सतह पर विलयन में उपस्थित आयनों का अधिशोषण हो जाता है। कोलॉइडी कण विलयन से उन्हीं आयनों का अधिशोषण करते है जो उनके निजी जालक से उभयनिष्ठ होते है।

उदाहरण–

(अ) $FeCl_3$ के जल अपघटन से बने $Fe(OH)_3$ के कोलॉइडी विलयन में Fe^{3+} आयन उपस्थित रहते है। अतः फेरिक हाइड्रोक्सॉइड के कोलॉइडी कण Fe^{3+} आयन का अधिशोषण कर घनात्मक हो जाते है।

$$FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3Cl^-$$

$$Fe(OH)_3 + Fe^{34} \rightarrow \underset{(-)\ \text{कोलॉइड}}{Fe(OH)_3 \,¦Fe^{3+}}$$

$$AgI + Ag^+ \rightarrow \underset{(+)\ \text{कोलॉइड}}{AgI\,¦Ag^+}$$

(ब) आधिक्य सिल्वर नाइट्रेट आक्यि विलयन में जलीय KI विलयन मिलाने पर AgI का कोलॉइड बनता है जो वितरण माध्यम से समान Ag^+ आयनों का अधिशोषण कर घनात्मक कोलॉइड बना देता है।

परन्तु यदि $AgNO_3$ विलयन में KI का आधिक्य मिलाया जाय तो AgI कोलॉइड ऋणावेशित होता है क्योंकि AgI, विद्युत अपघट्य KI के I^- आयन का अधिशोषण कर लेता है।

$$AgNO_3(aq.) + \underset{\text{आधिक्य}}{KI(aq.)} \rightarrow \underset{(-)\ \text{कोलॉइड}}{AgI\,¦I^-}$$

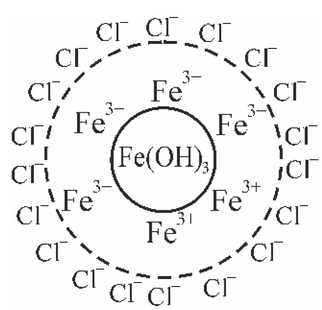
(स) आर्सेनिक आक्साइड के विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर आर्सेनिक सल्फाइड कोलॉइड प्राप्त होता है जो S^{2-} आयनों का अधिशोषण कर ऋणात्मक हो जाता है।

$$As_2O_3 + 3H_2S \rightarrow \underset{(-)\ \text{कोलॉइड}}{As_2S_3\,¦S^{2-}} + 3H_2O$$

(द) $Al(OH)_3$ कोलॉइड घनावेशित होता है क्योंकि यह विद्युत अपघट्य $AlCl_3$ के Al^{3+} आयनों का अधिशोषण कर लेता है।

$$Al(OH)_3 + AlCl_3 \rightarrow \underset{(-)\ \text{कोलॉइड}}{[Al(OH)_3]\,¦Al^{3+}} + 3Cl^-$$

कोलॉइडी कणों की सतह पर अधिशोषित आयन एक वैद्युत स्तर या सतह के रूप में होते है तथा स्थिर रहते है। इस स्थिर सतह को प्राथमिक वैद्युत स्तर या स्थिर वैद्युत स्तर कहते है। इस स्तर के चारों और विलयन में उपस्थित अन्य आयन एक दूसरा वैद्युत स्तर बना लेते है जो गतिशील होता है यह द्वितीयक विद्युत स्तर या गतिशील विद्युत स्तर कहलाता है। प्राथमिक एवं द्वितीय स्तर में उपस्थित कुल आवेश मात्रा में बराबर परन्तु विपरीत होता है।



चित्र 5.16

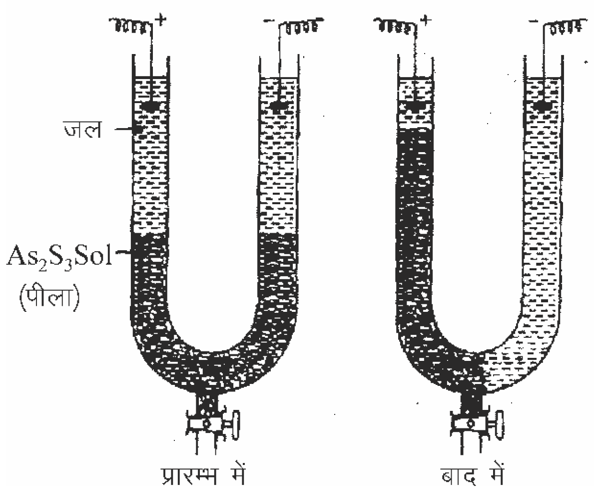
4. वैद्युत कण संचालन **(Electrophoresis)**– विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में कोलॉइडी कणों का विपरीत आवेशित इलेक्ट्रोडों की ओर अभिगमन, वैद्युत कण संचलन कहलाता है।

कोलॉइडी कणों का कैथोड़ की ओर अभिगमन, धन कण संचलन तथा ऐनोड की ओर अभिगमन, ऋण कण संचलन कहलाता है।

विद्युत कण संचलन की सहायता से कोलॉइडी कण पर उपस्थित आवेश की प्रकृति ज्ञात की जा सकती है। उदाहरणार्थ As_2S_3 के कोलॉइडी कण विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में ऐनोड़ की और गति करते है, अतः ये कोलॉइडी कण ऋणावेशित होते है।

विद्युत धारा प्रवाहित करने पर, आवेशित कोलॉइडी कण अपने से विपरीत आवेशित इलेक्ट्रोड पर पहुँचकर अपना आवेश त्याग देते है।

अब उदासीन कोलॉइडी कण परस्पर संयुक्त होकर, बड़े–बड़े कणों में बदलकर स्कंदित हो जाते है।



चित्र 5.17 : वैद्युत कण संचलन

5. कोलॉइडी विलयन का स्कंदन– किसी कोलॉइडी विलयन के अवक्षेप में परिवर्तित होने की प्रक्रिया स्कंदन कहलाती है। स्कंदन निम्न प्रकार से किया जा सकता है :–

(i) आधिक्य अपोहन द्वारा– यदि कोलॉइडी विलयन का अधिक समय तक अपोहन करते है तो उसका स्कदंन हो जाता है। क्योंकि अधिक समय तक अपोहन करने पर कोलॉइडी कणों पर उपस्थित आवेश भी पृथक हो जाता है और उदासीन कण परस्पर संयुक्त होकर स्कंदित हो जाते है।

(ii) विद्युत अपघट्य मिलाकर– कोलॉइडी विलयन में सॉल कणों पर एक ही प्रकार का आवेश होता है। विद्युत अपघट्य मिलाने पर विपरीत आवेशित आयन कोलॉइडी कणों पर अधिशोषित हो जाता है जिससे कोलॉइडी कण उदासीन होकर एक–दूसरे के नज़दीक आ जाते है एवं वृहद कणों का निर्माण होता है तथा अवक्षेप बनता है। उदाहरण– As_2S_3 के कोलॉइडी विलयन में $BaCl_2$ विलयन मिलाने पर ऋणावेशित सॉल कणों का उदासीनीकरण Ba^{2+} आयनों द्वारा होता है।

$$BaCl_2 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2Cl^-$$

$$\underset{\text{ऋणावेशित Sol कण}}{[As_2S_3]S^{2-}} + Ba^{2+} \longrightarrow \underset{\text{उदासीन कण}}{[As_2S_3]S^{2-} \vdots Ba^{2+}}$$

विद्युत अपघट्य का वह आयन जो कोलॉइडी कणों के अवक्षेपण में सक्रिय भाग लेता है, समाक्षेपण आयन कहलाता है।

हार्डी शुल्जे नियम– विद्युत अपघट्यों द्वारा कोलॉइडी विलयन के स्कदंन के सम्बन्ध में हार्डी शुल्जे ने एक नियम दिया, इस नियमानुसार– "किसी कोलॉइड की निश्चित मात्रा को स्कंदित करने वाले वैद्युत अपघट्य की मात्रा, कोलॉइड कण से विपरीत आवेश युक्त आयन की संयोजकता पर निर्भर करती है।

अतः धनावेशित कोलॉइडी कण के प्रति ऋणायनों की स्कंदन शक्ति का घटता हुआ कम हैः–

$$[Fe(CN)_6]^{4-} > PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > Cl^-$$

एवं ऋणावेशित कोलॉइड कण के प्रति घनायनों की स्कंदन शक्ति का घटता हुआ क्रम है।

$$Sn^{4+} > Al^{3+} > Ba^{2+} > Na^+$$

"वैद्युत अपघट्य की वह न्यूनतम मात्रा जिसकी सहायता से कोलॉयडी विलयन का स्कंदन या उर्णन होता है उसे स्कंदन या उर्णन क्षमता कहते है। इसे मिली मोल प्रति लिटर में व्यक्त करते है।

$$\text{स्कदंन क्षमता} = \frac{\text{वैद्युत अपघट्य की मात्रा} \times \text{मोलरता}}{\text{कुल आयतन}} \times 100$$

जिस विद्युत अपघट्य का स्कंदन मान कम होता है उसकी स्कंदन क्षमता अधिक होती है।

उदाहरण– 1 ऋणावेशित As_2S_3 हेतु

विद्युत अपघट्य $LiCl, NaCl, KCl, PbCl_2, MgCl_2 CaCl_2, BaCl_2 AlCl_3$

स्कंदन मान मिली 57.9, 52.9, 98.6, 38.5, 0.90, 0.83, 0.77, 0.085 मोल/लीटर

5.9.5 कोलॉइडो का रक्षण (Protection of colloids)

द्रव विरोधी कोलॉइड, द्रव स्नेही कोलॉइडी की तुलना में अधिक अस्थायी होते है एवं शीघ्र स्कंदित हो जाते है। यदि किसी द्रव विरोधी कोलॉइडी में, द्रव स्नेही कोलॉइड की मात्रा डाल दी जाय तो द्रव विरोधी कोलॉइड का स्थायित्व बढ़ जाता है। ∵ द्रव विरोधी कोलॉइड कणों के चारों ओर अधिशोषण के द्वारा द्रव स्नेही कोलॉइड कणों की एक रक्षक सतह बन जाती है जिससे वे अवक्षेपित नहीं हो पाते। इस प्रकार के कोलॉइड को रक्षी कोलॉइड कहते है।

गोल्ड संख्या या स्वर्ण संख्या **(Gold number)**– रक्षी कोलॉइड की मिलीग्रामों में मात्रा जो10ml. गोल्ड हाइड्रोसॉल के स्कंदन को 10% NaCl के 1 ml. को मिलाने पर रोकने में आवश्यक हो, गोल्ड संख्या कहलाती है। कुछ द्रव स्नेही कोलॉइडी की गोल्ड संख्या निम्न है:–

जिलैटिन = 0.005 – 0.31, ऐल्डयूशिन 0.15 – 0.25

कैसीन = 0.01 – 0.02, अरबी गोंद = 0.15 – 0.25

डेक्सट्रिन = 6.0 – 20.0, आलू का स्टार्च = 20.0 – 25.0

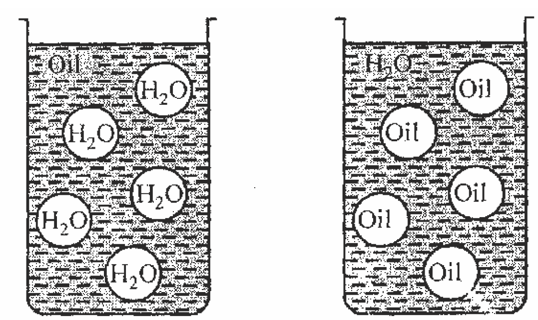
5.9.6 पायस (Emulsion)

वे कोलॉइडी विलयन जिनमें परिक्षिप्त प्रावस्था तथा परिक्षेपण माध्यम दोनों द्रव हो, पायस कहलाता है अर्थात् द्रव कोलॉइडी विलयन पायस है। उदाहरणार्थ– दूध एक पायस है जिसमें दूध वसायें जल में वितरित रहती है।

पायस के प्रकार (Types of emulsion)–

पायस दो प्रकार के होते है।

(i) तेल में जल– इस प्रकार के पायस में जल की छोटी–छोटी बूंदें (परिक्षिप्त प्रावस्था) तेल (परिक्षेपण माध्यम) में वितरित रहती हैं। इसे W/O से प्रदर्शित करते है। मक्खन, कोल्ड क्रीम, क्रॉड लीवर ऑयल आदि इसके सामान्य उदाहरण है। इसे तैलीय पास कहते है।



चित्र 5.18 : पायस

(ii) जल में तेल– इस प्रकार के पायस में तेल की छोटी–छोटी बूंदे (परिक्षिप्त प्रावस्था), जल (परिक्षेपण माध्यम) में वितरित रहती है। इसे O/W से प्रदर्शित करते है। दूध, वैनिशिंग क्रम, आदि इनके सामान्य उदाहरण है। इसे जलीय पायस भी कहते है।

पायस की पहचान (Identification of emulsion)

तैलीय पायस अथवा जलीय पायस की पहचान की निम्नलिखित विधियाँ है:–

1. सूचक विधि– इस विधि में पायस में ऐसा रंजक मिलाते है जो तेल में विलेयशील हो। उदाहरणार्थ– सूडान (III) अथवा फ्यूशीन। यदि विलयन गहरे रंग का हो जाये तो वह तैलीय पायस होगा और यदि विलयन गहरे रंग का न हो वह जलीय पायस है। तैलीय पायस में मुख्य भाग (परिक्षेपण माध्यम) तैल होता है। अतः रंजक उसमें घुलकर विलयन को रंगीन बना देता है जलीय पायस में मुख्य भाग जल है अतः रंजक उसमें घुल नहीं पाता व विलयन रंगहीन बना रहता है।

2. तनुता विधि– इस विधि में पायस की दो बूंद कॉंच पट्टिका पर लेकर उसका सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करते है। पायस में एक बूंद जल मिलाते हैं। यदि यह जल की बूंद पायस के साथ समांगी मिश्रण बनाती है तो पायस जलीय है एवं जल बूंद मिलाने पर समांगी मिश्रण न बने तो पायस तैलीय होता है।

3. चालकता विधि– यदि किसी पायस की चालकता अधिक है तो वह जलीय पायस होगा और कम चालकता होने पर वह तैलीय पायस होगा। श्यानता के द्वारा भी पायस के प्रकार की पहचान हो सकती है। यदि किसी पायस की श्यानता अधिक है तो वह तैलीय पायस होगा एवं यदि पायस की श्यानता कम है तो वह जलीय पायस होगा।

पायस के गुण (Properties of emulsion)–

(i) पायस के कोलॉइडी कणों का आकार सॉल से अपेक्षाकृत बड़ा होता है।

(ii) कोलॉइडी विलयन की भांति पायस टिण्डल प्रभाव तथा ब्राउनी गति प्रदर्शित करते है।

(iii) जलीय पायस चालकता प्रदर्शित करते है।

(iv) तैलीय पायस की श्यानता अधिक होती है।

(v) पायस को गर्म करके, आधिक्य में विद्युतअपघट्य मिलाकर अथवा इमल्सीकारक को नष्ट करके पायस विलयन को समाप्त किया जा सकता है अर्थात् अवयवों में पृथक हो जाता है।

पायस के अनुप्रयोग (Application of Emulsion)

(i) मनुष्य के शरीर में सम्पन्न होने वाली पाचन क्रिया मे

(ii) विभिन्न प्रकार की औषधियों, क्रीम, लोशन, इत्यादि में

(iii) धातुकर्म के झाग प्लावन विधि में।

(iv) कपड़े धोने में।

5.9.7 कोलॉइड के अनुप्रयोग (Application of Colloid)

कोलॉइडी के महत्वपूर्ण अनुप्रयोग निम्नलिखित प्रकार है:–

(1) कोलॉइडी औषधियाँ– कोलॉइडी औषधियो का सरल स्वांगीकरण तथा अधिशोषण हो जाने के कारण कोलॉइडी औषधियाँ अधिक प्रभावी होती है।

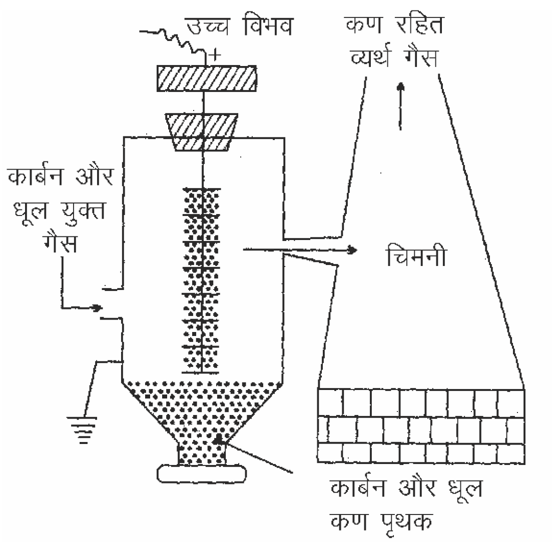
(i) आर्जिराल तथा प्रोटॉर्जिरॉल– चांदी के रक्षित कोलॉइडी विलयन को आर्जिरॉल अथवा प्रोटार्जिराल कहते है जो आँखों की पलकों में हुए रोगों के उपचार में प्रयुक्त होता है।

(ii) कोलॉइडी स्वर्ण, मैंग्जीन, कैल्सियम, आयरन, तांबा आदि स्वास्थ्यवर्धक टॉनिक के रूप में काम में आते है।

(iii) कोलॉइडी गन्धक तीव्र कीटाणुनाशक होता है।

(iv) कोलॉइडी ऐन्टिमनी काला अजर के उपचार में प्रयुक्त होता है।

(2) धूम्र अवक्षेपण **(Cottrell Precipitator)**– धूम्र वायु में परिक्षिप्त कार्बन कणों का कोलॉइडी तन्त्र है। इन कार्बन कणों की धुएँ में पृथक करने के लिए विपरीत आवेशी धात्विक प्लेटों के सीधे सम्पर्क में लाकर अवक्षेपित कर लेते है एवं चिमनी से निकलने वाली गैसें धूम्र रहित हो जाती है।



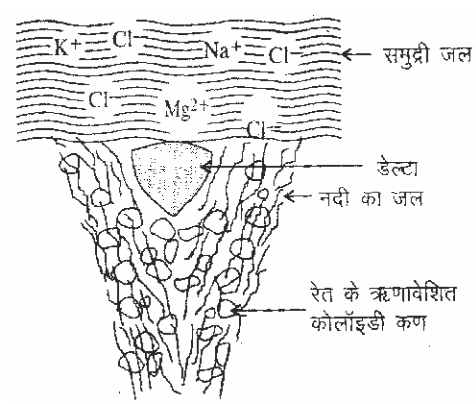
चित्र 5.19 : कांट्रेल अवक्षेपक

(3) वाहित मल निष्कासन **(Sewage disposal)**– जल में परिक्षिप्त मैल के कण ऋणावेशित होते हैं और वैद्युतकण संचालन द्वारा पृथक किए जा सकते हैं। ये कण ऐनोड पर अवक्षेपित हो जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त अवक्षेप का खाद के रूप में और द्रव का सिंचाई में प्रयोग करते है।

(4) रबर व्यवसाय **(Rubber Industry)**– रबर जल में उपस्थित ऋणात्मक रबर कणों का पायस है। इसे रबर क्षीर कहते है। इसे उबालने पर प्रोटीन की रक्षक परत जो प्राकृतिक रूप से कणों को ढ़के रहती है, टूट जाती है। इस प्रकार रबर के कण परिक्षेपण माध्यम में उपस्थित लवणों की अभिक्रिया से अवक्षेपित हो जाते है। अवक्षेपित रबर का गन्धक से उपचार कर वल्कनीकृत रबर बनाते हैं। यदि किसी वस्तु पर रबर की परत चढ़ानी हो तो उस वस्तु को ऐनोड बनाकर वैद्युतकण संचलन विधि से उस पर रबर की परत चढ़ा देते है। रबर के ऋणात्मक कण ऐनोड पर विद्युत उदासीन हो जाते है।

(5) जल का शोधन **(Purification of water)**– अशुद्ध जल में मिट्टी के कण, बैक्टीरिया आदि उपस्थित होते है। इन कणों पर ऋणावेश होता है। इनकों पृथक करने के लिए जल में फिटकरी मिलाते है। फिटकरी विलयन में उपस्थिति Al^{3+} आयन, जल में उपस्थित अशुद्धियों को उदासीन करके अवक्षेपित कर देते है। स्वच्छ जल को निथार कर अलग करते है।

(6) डेल्टा का निर्माण **(Formation of Delta)**– नदी का जल अपने साथ रेत के कण तथा अन्य बहुत से पदार्थ निलम्बित अवस्था में ले जाता है। जब नदी का जल समुद्र के जल के सम्पर्क में आता है तो समुद्र जल में उपस्थित अनेक विद्युतअपघट्य नदी के जल में उपस्थित कोलॉइडी रेत तथा अन्य कणों का अवक्षेपण कर देते है। ये पदार्थ एकत्र होकर डेल्टा का रूप धारण कर लेते है।



चित्र 5.20 : डेल्टा निर्माण

(7) चर्मशोधन (Tanning of leather)– चमड़ा धनावेशित प्रोटीन कणों से युक्त कोलॉइडी निकाय होता है। टैनिन जल में ऋणावेशित सॉल बनाता है। जब चमड़े को टैनिन विलयन में डुबोया जाता है तो धनावेशित प्रोटीन कणों तथा ऋणावेशित टैनिन कणों का पारस्परिक स्कन्दन हो जाता है। इससे चमड़ा कठोर हो जाता है। इस प्रक्रिया को चर्मशोधन कहते है।

(8) फोटोग्राफी (Photography)– फोटोग्राफी प्लेट पर जिलेटिन में सिल्वर ब्रोमाइड के निलम्बन की परत चढ़ी रहती है। जिलेटिन तथा पोटैशियम ब्रोमाइड के विलयन में $AgNO_3$ विलयन मिलाने पर AgBr के कण जिलेटिन में निलम्बित हो जाते है। जिलेटिन रक्षक कोलॉइड का कार्य करता है।

(9) कोलाईड वर्षा (Colloidal rain)– जल वाष्प से संतृप्त वायु के शीतल प्रदेश (ठण्डे स्थानों पर) में जल के कोलॉइडी कण बन जाते है। इन कोलॉइडी कणों का संघनन होने पर जल की बडी बूंदे बन जाती है जो गुरूत्वाकर्षण के कारण नीचे गिरने लगती है। कभी–कभी विपरीत अवेशी बादलों के मिलने से स्कन्दन के फलस्वरूप भी वर्षा होती है।

(10) रक्त का स्कन्दन (Coagulation of Blood)– रक्त जल में ऐल्बूमिन जैसे पदार्थों का कोलॉइडी विलयन होता है। इसमें ऋणावेशित कण होते है। रक्त के बहने पर फिटकरी का ताजा विलयन अथवा फेरिक क्लोराइड विलयन डालते है। जिससे उसका Al^{3+} अथवा Fe^{3+} आयनों द्वारा स्कन्दन होता है और रक्त का प्रवाह रूक जाता है।

(11) आकाश का नीला रंग– वायुमण्डल में धूल व जल के असंख्य कण उपस्थित रहते हैं। ये कण प्रकाश का प्रकीर्णन करते हैं। कणों द्वारा नीला रंग का प्रकाश प्रकीर्णित हो जाता है। (क्योंकि इसकी तंरगद्धैय सबसे कम होती है) जबकि शेष रंग का प्रकाश अवशोषित हो जाता है अतः आकाश नीला दिखाई देता है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

प्र.1 अधिषोषण समतापी के लिए समीकरण है–

(अ) $\frac{x}{m} = KP^{1/n}$ (ब) $\frac{x}{m} = KP^{n}$

(स) $\frac{x}{m} = KP^{-n}$ (द) उपर्युक्त सभी

प्र.2 आकृति–वरणात्मक उत्प्रेरण वह अभिक्रिया है जो उत्प्रेरित होती है–

(अ) एंजाइम द्वारा (ब) जियोलाइट द्वारा

(स) प्लैटिनम द्वारा

(द) जिग्लर–नाटा उत्प्रेरक द्वारा

प्र.3 भौतिक अधिषोषण के लिए अनुपयुक्त कथन है–

(अ) ठोस सतह पर अधिषोषण, उत्क्रमणीय है।

(ब) ताप बढ़ाने पर अधिषोषण की मात्रा बढ़ती है।

(स) अधिषोषण स्वतः प्रक्रिया है।

(द) अधिषोषण की ऐन्थैल्पी एवं एंट्रोपी दोनों ऋणात्मक है।

प्र.4 निम्न में से किसकी गोल्ड संख्या न्यूनतम होती है–

(अ) जिलेटिन (ब) अंडे की एल्ब्यूमिन

(स) गम ऐरेबिक (द) स्टार्च

प्र.5 As_2S_3 कॉलोइड ऋणावेषित है तो इसके स्कंदन की क्षमता सर्वाधिक किसमें होगी–

(अ) $AlCl_3$ (ब) Na_3PO_4

(स) $CaCl_2$ (द) K_2SO_4

प्र.6 एंजाइम की सक्रियता सर्वाधिक है–

(अ) 300K पर (ब) 310 K पर

(स) 320K पर (द) 330 K पर

प्र.7 द्रवरागी सॉल, द्रवविरागी सॉल की तुलना में अधिक स्थायी है, क्योंकि–

(अ) कोलॉइडी कणों पर धन आवेष होता है।

(ब) कोलॉइडी कणों पर कोई आवेष नहीं होता है।

(स) कोलॉइडी कण

(द) कोलॉइडी कणों के ऋण आवेषों के मध्य प्रबल वैद्युत स्थिर प्रतिक्षेपण होता है।

प्र.8 अधिषोष्य की अधिषोषण क्षमता में वृद्धि की जा सकती है–

(अ) पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि करके।

(ब) इसे बारीक करके।

(स) छिद्र युक्त बनाकर

(द) सभी विकल्प।

प्र.9 कौनसी पृष्ठीय परिघटना नहीं है–

(अ) समांगी उत्प्रेरण (ब) ठोसों का मिलना

(स) जंग लगना (द) वैद्युत अपघटन प्रक्रिया

प्र.10 आरसेनिक सल्फॉइड सॉल पर ऋण आवेष है इसकी अवक्षेपण में बदलने की अधिकतम क्षमता है–

(अ) H_2SO_4 (ब) Na_3PO_4

(स) $CaCl_2$ (द) $AlCl_3$

प्र.11 मानव शरीर में रक्त शुद्धिकरण का तरीका है–
(अ) विद्युत कण संरचना (ब) वैद्युत परासरण
(स) अपोहन (द) स्कंदन

प्र.12 तनु HCl की कुछ बूंदे, ताजा फैरिक ऑक्साइड के अवक्षेपण पर डालने से लाल रंग का कोलॉइडी विलयन मिलता है इस प्रक्रम को कहते है–
(अ) अवक्षेपण क्रिया (ब) अपोहन
(स) रक्षण क्रिया (द) वियोज्य

प्र.13 कोलॉइडी कणों की अनियमित गति का अध्ययन किया–
(अ) जिंगमोण्डी (ब) ऑस्टवाल्ड
(स) राबर्ट ब्राउन (द) टिण्डल

प्र.14 वर्णलेखन का आधार है–
(अ) भौतिक अधिषोषण (ब) रासायनिक अधिषोषण
(स) हाइड्रोजन आबंध (द) तलचटीकरण

प्र.15 स्वर्ण संख्या संबंधित है–
(अ) वैद्युत कण संचलन से
(ब) परपल ऑफ कैसियस से
(स) रक्षक कोलॉइडों से
(द) शुद्ध स्वर्ण की मात्रा से।

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :–

1. कोलॉइडी विलयन में उपस्थित कोलॉइडी कण अच्छे अधिषोषक क्यों होते है?
2. पनीर किस प्रकार का कोलॉइड है?
3. समांगी एवं विषमांगी उत्प्रेरण का एक–एक उदाहरण लिखिए।
4. कोलॉइडी विलयन टिण्डल प्रभाव प्रदर्षित करते है। दो कारण दीजिए।
5. शरीर पर खरोंच लगने के कारण बहते हुए रक्त स्त्राव को रोकने के लिए फिटकरी का उपयोग क्यों किया जाता है?
6. बहुआण्विक कोलॉइड किसे कहते है?
7. अधिषोशण एवं अवषोषण में दो अंतर लिखिए।
8. जल की कठोरता दूर करने के लिए किस अधिषोषक का प्रयोग करते है?
9. शोषण को परिभाषित कीजिए।
10. एक स्वतः उत्प्रेरक की रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।
11. हैबर विधि में कौनसा उत्प्रेरक एवं वर्द्धक प्रयुक्त होता है?
12. एंजाइम उत्प्रेरण किस पद्धति पर कार्य करती है? यह पद्धति किस वैज्ञानिक ने दी?
13. स्वर्ण संख्या को परिभाषित कीजिए।
14. कारण बताइए सुक्ष्म विभाजित पदार्थ अधिक प्रभावी अधिषोषक होता है?
15. इमल्षन के प्रत्येक प्रकार का एक उदाहरण दीजिए।
16. कैसियस पर्पल क्या है?
17. उस उत्प्रेरक का नाम लिखिए जो मैथेनॉल को गैसोलीन में बदलता है?
18. अम्लीय माध्यम में साबुन अपमार्जन क्रिया क्यों नहीं करते है?
19. प्रेरित उत्प्रेरण अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।
20. निम्नलिखित को द्रव स्नेही एवं द्रव विरोधी कोलॉइड में वर्गीकृत कीजिए।
(अ) As_2S_3 (ब) गोंद
(स) स्टार्च (द) Au सॉल

लघुत्तरात्मक प्रश्न :–

1. मिथेल निर्माण की क्रिया विधि समझाइए।
2. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणियां लिखिए।
(अ) अपोहन (ब) कांट्रेल अवक्षेपक
3. परिक्षेपण विधि द्वारा प्लेटिनम का जल में कोलॉइडी विलयन बनाने का वर्णन कीजिए। उपकरण का नामांकित चित्र भी बनाइए।
4. वैद्युत कण संचलन का स्वच्छ एवं नामांकित चित्र द्वारा प्रदर्षित कीजिए।
5. फ्रायंडलिक अधिषोषण समतापी का गणितीय समीकरण लिखिए।
6. भौतिक अधिषोषण एवं रासायनिक अधिषोषण में चार अंतर लिखिए।
7. बहु–आणविक एवं वृहद अणुक कोलॉइड में क्या अंतर है? प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।
8. निम्नलिखित परिस्थितियों में क्या प्रेक्षण होंगे–
(अ) जब प्रकाष किरण पुंज कोलॉइडी विलयन से गमन करती है।
(ब) कोलॉइड विलयन में विद्युतधारा प्रवाहित की जाती है।
9. एंजाइम उत्प्रेरकों के अभिलक्षण लिखिए।

निबंधात्मक प्रश्न :–

1. निम्नलिखित को सचित्र समझाइए।

   (i) टिण्डल प्रभाव (ii) ब्राउनी गति

2. कोलॉइडी विलयन बनाने की निम्नलिखित विधियों का वर्णन कीजिए।

   (i) ब्रेडिंग आर्क विधि (ii) कोलॉइडी मिल

3. आकार वरणात्मक उत्प्रेरक जिओलाइट पर टिप्पणी लिखिए।

4. कारण दीजिए।

   (अ) फिटकरी पीने के जल को शुद्ध करती है।

   (ब) एक ही पदार्थ कोलॉइड और क्रिस्टलाभ दोनों हो सकता है।

   (स) आकाष नीला दिखता है।

5. ठोस पृष्ठ पर गैसों के अधिषोषण को प्रभावित करने वाले कारक का वर्णन कीजिए।

❒❒❒

6

तत्वों के निष्कर्षण के सिद्धान्त एवं प्रक्रम
Principles and Processes of Isolation of Elements

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

पृथ्वी पर पाये जाने वाले कुछ तत्व, जैसे सोना, चांदी, प्लेटिनम, कार्बन, सल्फर तथा उत्कृष्ट गैसें आदि को छोड़कर अन्य तत्व संयुक्त अवस्था में मिलते है। पृथ्वी पर पाये जाने वाले अधिकांश तत्वों की धात्विक प्रकृति होती है।

भूपर्पटी (Earth Crust) इन तत्वों का मुख्य स्त्रोत है। इसमें एलुमिनियम (Al) धातु सर्वाधिक मात्रा में उपस्थित हैं। (लगभग 8.3% भार में) इसके बाद लोहा (आयरन) धातु हैं। एलुमिनियम अभ्रक खनिज का मुख्य घटक है। पृथ्वी पर पाये जाने वाला प्रत्येक पदार्थ तत्वों से मिलकर बना है। इन तत्वों को तीन भागों में विभाजित किया गया है।

सारणी 6.1
मुख्यतत्वों की प्रतिशत मात्रा

क्र.सं.	तत्व	प्रतिशतता (भार से)
1.	ऐलुमिनियम	8.3
2.	लोहा	5.1
3.	केल्शियम	3.6

(i) धातु (Metal)– ये प्रायः ठोस होते है। इनमें कठोरता, आघात वर्धनीय, तन्यता, विद्युत एवं ऊष्मा की सुचालकता के गुण विद्यमान होते हैं। इनमें धात्विक चमक भी होती है। ज्ञात तत्वों में लगभग 80% धातुएं होती है। उदाहरणार्थ एलुमिनियम (Al), कॉपर (Cu), आयरन (Fe), जिंक (Zn), सिल्वर (Ag), सोना (Au), प्लेटीनम (Pt) आदि।

(ii) अधातु (Non Metal)- ये तत्व प्रायः भंगुर, विद्युत के कुचालक एवं चमकहीन होते है। उदाहरणार्थ कार्बन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, हेलोजन, सल्फर, फॉस्फोरस आदि।

(ii) उपधातु (Metalloids)- वे तत्व जिनमें धातु एवं अधातु दोनों के गुण विद्यमान हो उन्हें उपधातुएं कहते हैं। उदाहरणार्थ– बोरॉन, सिलिकॉन, आर्सेनिक, एन्टमनी, टेल्यूरियम, बिस्मथ आदि।

6.2 प्रकृति में धातुओं की उपलब्धता (Abundance of Metals in Nature)

प्रकृति में धातुएं निम्नलिखित दो अवस्थाओं में पाई जाती है।

(i) मुक्त अवस्था में (In free state)– ये उत्कृष्ट धातुए बहुत कम क्रियाशील होती हैं। ये वायु, ऑक्सीजन, नमी, CO_2 तथा अन्य तत्वों से क्रिया नही करती है।

उदाहरणार्थ :– सोना, प्लेटिनम आदि।

(ii) संयुक्त अवस्था में (In combined state)– अधिकांश धातुएं क्रियाशील होने के कारण प्रकृति में संयुक्त अवस्था में पायी जाती है। ये नमी, ऑक्सीजन, CO_2 से क्रिया कर (ऑक्सीकृत या अपचयित होकर) यौगिक बनाती है।

खनिज (Minerals)– प्रकृति में संयुक्त अवस्था में पाए जाने वाले धातु जिनमें विभिन्न धातुओं के कुछ यौगिक मिश्रित हो तथा जिनमें रेत, कंकड़, पत्थर आदि अशुद्धियाँ संयुक्त रूप से विद्यमान हो, खनिज कहलाते हैं। जिस स्थान पर ये मिलते है उसे खान (Mine) कहते है।

अयस्क (Ore)– वे खनिज जिनसे कम लागत एवं आसानी से सुविधा पूर्वक विभिन्न धातुओं का निष्कर्षण किया जा सकता हो, अयस्क कहलाते है।

"सभी खनिज अयस्क नहीं होते है किन्तु सभी अयस्क खनिज होते हैं।"

प्रकृति में धातुएँ सामान्यतः ऑक्साइड, सल्फाइड, सल्फेट, कार्बोनेट, सिलिकेट, हैलाइड, नाइट्रेट, फॉस्फेट अयस्कों के रूप में पाई जाती है।

उदाहरणार्थ :– Al_2O_3 में Cr के अशुद्ध रूप से भिन्न रत्न प्रस्तर प्राप्त होते हैं।

(i) रूबी (माणिक्य)– Al_2O_3 में Cr की अशुद्धि

(ii) ब्लू सफायर (नीलम)– Al_2O_3 में Co की अशुद्धि

सारणी 6.2
कुछ महत्वपूर्ण धातुओं के मुख्य अयस्क

क्र.सं.	धातु	अयस्क	रासायनिक संघटन
1.	ऐलुमिनियम	बॉक्साइट	$Al_2O_3.2H_2O$ [या $AlOx(OH)_{3-2x}$] जहाँ $0 < x < 1$
		फेल्सपार	$K AlSi_3O_8$
		क्रायोलाइट	$Na_3Al F_6$ [या $3NaF.AlF_3$]
		केयोलिनाइट	$Al_2O_3.2SlO_2.2H_2O$
		(क्ले)	[या $Al_2(OH)_4.Sl_2O_5$]
		डायस्पोर	$Al_2O_3.H_2O$
		अभ्रक	$K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$
		कोरण्डम	Al_2O_3
2.	आयरन (लोहा)	हेमेटाइट (लाल)	Fe_2O_3
		लिमोनाइट (भूरा हेमेटाइट)	$2Fe_2O_3.3H_2O$ (चुम्बकीय)
		मैग्नेटाइट	Fe_2O_4 (चुम्बकीय)
		सिडेराइट	$FeCO_3$
		आयरन पाइराइट	FeS_2
3.	कॉपर (तांबा)	कॉपर पाइराइट	$CuFeS_2$ [या $Cu_2S.Fe_2S_3$]
		कॉपर ग्लांस	Cu_2S
		क्यूप्राइट (रूबी कॉपर)	Cu_2O
		मैलाकाइट	$Cu_2CO_3.Cu(OH)_2$
		ऐजुराइट	$2CuCO_3.Cu(OH)_2$
4.	जिंक (जस्ता)	जिंक ब्लेण्ड (स्फेलेराइट)	ZnS
		जिंकाइट	ZnO
		कैलामाइन	$ZnCO_3$
		विलेमाइट	$ZnCO_3$
		फ्रेंकलिनाइट	$ZnFe_3O_4$

6.3 धातुओं का निष्कर्षण–धातुकर्म (Extraction of Metals-Metallurgy)

सामान्यतः धातु निष्कर्षण में ऐलुमिनियम के लिए बॉक्साइट अयस्क, आयरन के लिए हेमेटाइट, कॉपर के लिए कॉपर पाइराइट या क्यूप्राइट तथा जिंक के लिए जिंकाइट अयस्क का चयन किया जाता है।

इन अयस्कों की प्रचूर मात्रा में उपलब्धता एवं कम लागत के आधार पर चयन किया जाता हैं।

धातु अयस्क से सुगमतापूर्वक धातु प्राप्त करने की प्रक्रिया धातुकर्म कहलाती हैं। इसके निम्न प्रमुख चरण होते है।

(i) अयस्क को तोड़ना तथा पीटना(Crushing and grinding of the ore)

(ii) अयस्क का सान्द्रण (Concentration of ore)

(iii) धातु का निष्कर्षण (Exraction of Metal)

(iv) धातु का शोधन (Purification of Metal)

6.3.1 (i) अयस्क को तोड़ना तथा पीटना–

सर्वप्रथम उपयुक्त अयस्क का चयन किया जाता है। यह छोटे एवं बड़े टुकड़ों के रूप में होता है। इनको जॉ क्रशर (Jaw Crushers) की सहायता से छोटे–छोटे टुकड़ों में विभक्त किया जाता है। पुनः इसे स्टेम्प मिल (Stamp Mill) या बॉल मिल (Ball mill) की सहायता से पीसकर महीन चूर्ण में परिवर्तित कर दिया जाता है। इस प्रक्रिया को चूर्णीकरण (Pulverisation) कहते हैं। चूर्णित अयस्क को चालिनियों द्वारा छाना जाता है।

6.3.2 (ii) अयस्क का सान्द्रण–

सामान्यतः अयस्क में मिट्टी, रेत, पत्थर तथा सिलिकेट आदि अशुद्धियाँ विद्यमान होती है। इन अवांछित अशुद्धियों को आधात्री (gangue) या मेट्रिक्स (Matrix) या अप अयस्क कहते है।

अयस्क से इन अशुद्धियों को दूर करना अयस्क का सान्द्रण या प्रसाधन या सज्जीकरण कहलाता है।

धातु अयस्क के प्रकार, उपलब्ध सुविधाओं एवं अन्य कारकों के आधार पर सान्द्रण की विधि का चयन किया जाता है। कुछ प्रमुख विधियाँ निम्नलिखित है जिनका आगे वर्णन किया गया है–

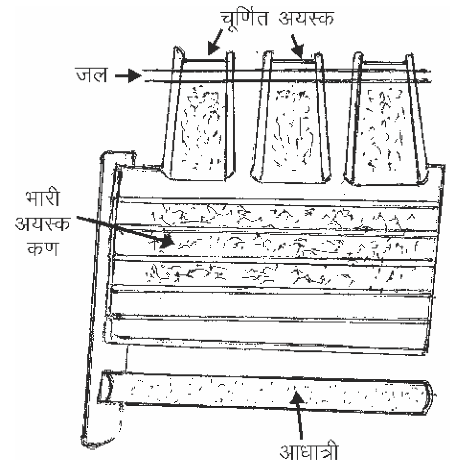
(1) गुरूत्वीय पृथक्करण विधि (Gravity Separation Method)

(2) चुम्बकीय सान्द्रण या पृथक्करण विधि (Magnetic Separation Method)

(3) झाग प्लवन (या फेन प्लवन) विधि (Froth Floatation Method)

(4) निक्षालन या रासायनिक पृथक्करण विधि (Leaching or Chemical Separation Method)

(1) गुरूत्वीय पृथक्करण विधि (Gravity Separation Method)– जब धातु अयस्क के घनत्व की तुलना में आधात्री का घनत्व बहुत कम हो तो यह विधि उपयोगी है। इसमें महीन चूर्णित अयस्क को जल में मिलाकर अच्छी तरह से हिलाते है। अब इसे ढालू या नालीनुमा मेज (Wilfley Table) पर से जल की तेज धारा के साथ प्रवाहित करते है जिसके कारण हल्के आधात्री कण जल के साथ बह जाते है तथा भारी अयस्क कण बचे रह जाते है। अतः इसे गुरूत्वीय पृथक्करण विधि (या द्रवीय धावन) कहते है। सामान्यतः आयरन तथा टिन आदि के ऑक्साइड व कार्बोनेट अयस्कों का सान्द्रण इसी विधि से किया जाता है।



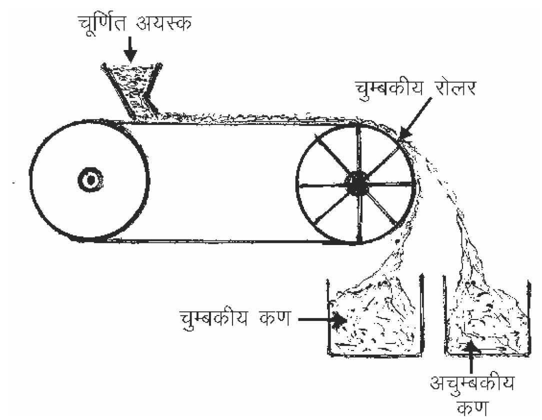
चित्र 6.1: गुरूत्वीय पृथक्करण विधि के लिए विलफ्ले टेबल

उदाहरणार्थः–

हेमेटाइट (Fe_2O_3), कैसिटेराइट (SnO_2)

(2) चुम्बकीय सान्द्रण या पृथक्करण विधि– खनिज से प्राप्त अयस्कों के चुम्बकीय गुणों के आधार पर इस विधि का उपयोग किया जाता है। इसमें दो या दो से अधिक अयस्कों का मिश्रण होता है जिसमें एक घटक अयस्क जो कि अशुद्धि के रूप में होता है, इसकी चुम्बकीय प्रकृति होती है।

ऐसे चूर्णित अयस्क को रबर के पट्टे (रोलर) की सहायता से धीरे–धीरे आगे खिसकाते है जो कि चुम्बकीय क्षेत्र में घिरनियों पर आकर्षित होकर रोलर के निकट गिरते है तथा अचुम्बकीय अयस्क के कण रोलर से दूर गिरते है। इस विधि से फेरो चुम्बकीय अयस्क का सान्द्रण किया जाता है।



चित्र 6.2 : चुम्बकीय पृथक्करण विधि से अयस्क का सान्द्रण

उदारहणार्थः– टिन के अयस्क कैसिटेराइट (टिन स्टोन) SnO_2 में Fe_2O_3 तथा $FeWO_4$ (वोल्फ्रामाइट) मिले होते है। इन दोनों की चुम्बकीय प्रकृति होती है। अतः इसका सान्द्रण चुम्बकीय पृथक्करण विधि से किया जाता है।

(3) झाग प्लवन (या फेन प्लवन) विधि– इस विधि को सल्फाइड अयस्कों के सान्द्रण में काम में लेते है। जैसे कॉपर पाइराइट ($CuFeS_2$), गेलेना (PbS), जिंक ब्लेण्ड (ZnS), सिल्वर ग्लांस (Ag_2S) आदि के सान्द्रण के लिए यह विधि उपयोगी है।

यह इस सिद्धान्त पर आधारित है कि धात्विक सल्फाइड, तेल द्वारा अधिक तेजी से आर्द्र (wet) हो जाते हैं जबकि सिलिकेट अपद्रव्य (या आधात्री) जल द्वारा शीघ्रता से आर्द्र होते है।

झाग प्लवन विधि में निम्न पदार्थों की उपयोगिता का संक्षिप्त विवरण इस प्रकार है–

(i) झाग कारक **(Frothing Agents)**– ये पदार्थ वायु के बुलबुलों के साथ स्थायी झाग बनाने में सहायता करते है। मुख्य रूप से वसा अम्ल (Fatty acid), चीड़ तेल (Pine oil) और नीलगिरी तेल (Eucalyptus oil) अच्छे झागकारक (या फेन कारक) है।

(ii) प्लवन कारक (Floatation Agents)– ये पदार्थ सल्फाइड कणों को जल प्रतिकर्षी बनाते है जिससे ये कण जल पर तैर सके। प्लवन कारक में सोडियम एथिल जैन्थेट प्रमुख है।

सूत्र $$RO-\underset{\underset{\displaystyle S}{\|}}{C}-SNa$$

R = एथिल या ऐल्किल समूह

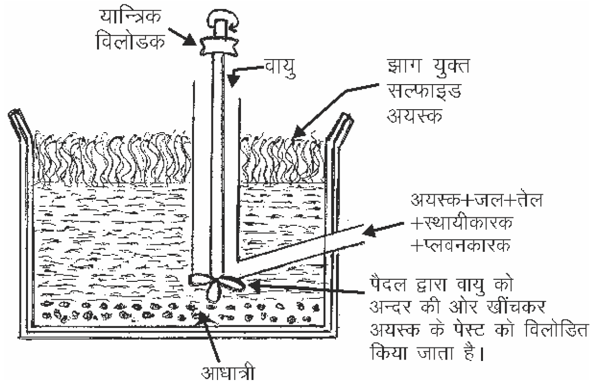
इनको संग्राही (Collectors) भी कहते है।

(iii) फेनस्थायी कारक (Stabilisers)– ये झाग या फेन को स्थायित्व प्रदान करते हैं। जैसे– क्रीसॉल, ऐनीलिन।

(iv) सक्रियकारक (Activator)– कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) द्वारा प्लवन क्षमता में वृद्धि।

(v) अवनमक या डिप्रेशर (Depressant)– ये झाग या फेन को कम करने के लिए प्रयुक्त किये जाते है। जैसे सोडियम सायनाइड (NaCN), क्षार (Na_2CO_3) आदि।

विधि का वर्णन– एक बड़े आयताकार बर्तन में जल लेकर इसमें चूर्णित अयस्क को मिलाकर निलम्बन (या लुगदी) बनाते है। इसमें झाग कारक के रूप में वसा अम्ल या चीड़ का तेल मिलाया जाता है। अल्प मात्रा में प्लवनकारक एवं फेन स्थायीकारक पदार्थ मिलाये जाते है। इसमें वायु की प्रबल धारा प्रवाहित करायी जाती है जिसके कारण हल्के सल्फाइड अयस्क के कण झाग के साथ ऊपर तैरने लगते है जिसे वहाँ से पृथक कर लिया जाता है। गैग या आधात्री के कण जल से भीगकर पात्र के पैंदे में एकत्र हो जाते है।



चित्र 6.3 : झाग (फेन) प्लवन विधि

कभी–कभी विशेष परिस्थितियों में दो सल्फाइड अयस्कों को पृथक करने में भी यह विधि उपयोगी हे। इसके लिए झाग को कम करने वाले पदार्थों अर्थात् अवनमकों (Depressant) का उपयोग किया जाता है। इन अवनमक द्वारा तेल तथा जल के अनुपात का संयोजन कराया जाता है जिससे सल्फाइड अयस्कों का पृथक्करण संभव हो जाता है।

उदाहरणार्थ– जिंक ब्लेण्ड (ZnS) तथा गेलेना (PbS) को पृथक करने के लिए अवनमक के रूप में सोडियम सायनाइड (NaCN) का प्रयोग किया जाता है। यह ZnS को फेन में आने से रोकता है किन्तु PbS को नहीं रोकता है जिससे दोनों का सरलता से पृथक्करण हो जाता है।

झाग प्लवन विधि के आविष्कार के कारण वे कॉपर अयस्क जिनमें कॉपर की मात्रा कम होती है अर्थात् निम्न श्रेणी के कॉपर अयस्कों से कॉपर का निष्कर्षण आसान व लाभदायक हो गया। इसके परिणाम स्वरूप कॉपर का उत्पादन बढ़ने से कीमत कम हो जाती है।

(4) निक्षालन या रासायनिक पृथक्करण विधि– इसमें अयस्क को उपयुक्त विलायक में घोलते है जो कि प्रबल अभिकर्मक होता है। इसमें आधात्री कण अविलेय होने के कारण पृथक हो जाते हैं। यह विधि ऐलुमिनियम, चांदी, सोना आदि धातुओं के अयस्कों के सान्द्रण में प्रयुक्त होती है। निक्षालन को सान्द्रण की रासायनिक विधि भी कहते है।

(क) बॉक्साइट से ऐलुमिना का निक्षालन (1) बेयर की विधि– किसी अयस्क के विशिष्ट रासायनिक गुणों को उसके सान्द्रण एवं शुद्धिकरण में प्रयुक्त किया जा सकता है। बॉक्साइट अयस्क ($Al_2O_3.2H_2O$) की उभयधर्मी प्रकृति होती है। जब बॉक्साइट में Fe_2O_3 एवं SiO_2 की अम्लीय अशुद्धियां समान मात्रा में हो तथा TiO_2 की अशुद्धि भी अल्प मात्रा में उपस्थित हो तो निक्षालन में बेयर विधि काम में ली जाती है।