

पृष्ठ रसायन (Surface Chemistry)

भूमिका

किसी पदार्थ की ऊपरी सतह को पृष्ठ कहते हैं। ठोस एवं द्रव में कुछ गुण उनके पृष्ठ से संबंधित होते हैं। ये पृष्ठीय प्रभाव और भी महत्वपूर्ण हो जाते हैं जब पृष्ठ सूक्ष्म रूप से विभाजित होता है। रसायन की वह शाखा जिसके अन्तर्गत ठोसों के पृष्ठ तल के गुणों का अध्ययन किया जाता है। पृष्ठ रसायन कहलाता है। इस प्रक्रिया का अध्ययन अधिशोषण एवं कोलॉइड अवस्था की सहायता से किया जाता है।

इस अध्यायन में हम अधिशोषण, उत्प्रेरण एवं कोलॉइड अवस्था की चर्चा करेंगे।

5.1 अधिशोषण (Adsorption)

जब किसी ठोस पदार्थ को द्रव या गैस के सम्पर्क में रखा जाता है तो ठोस की सतह पर द्रव या गैस रथूल की अपेक्षा अधिक संचित हो जाती है। यह प्रक्रिया अधिशोषण कहलाती है।

अधिशोषण से संबंधित शब्दावली इस प्रकार है।

अधिशोष्य (Adsorbate)– वह पदार्थ जो सूक्ष्म विभाजित ठोस अथवा द्रव की सतह पर अधिशोषित होता है, अधिशोष्य कहलाता है।

अधिशोषक (Adsordent)– वह ठोस या द्रव पदार्थ जिसकी सतह पर अधिशोषण होता है, अधिशोषक कहलाता है।

अंतरा पृष्ठ– अधिशोषक की वह सतह जिस पर अधिशोष्य पदार्थ संकेन्द्रित है अंतरा पृष्ठ कहलाती है।

सक्रिय केन्द्र– अधिशोषक की अंतरा पृष्ठ पर वे स्थान जहाँ मुक्त संयोजकताएँ अधिक होती हैं, सक्रिय केन्द्र कहलाते हैं।

धनात्मक अधिशोषण– किसी रासायनिक प्रक्रम में यदि अधिशोष्य पदार्थ की अधिकतम मात्रा का अधिशोषण, अधिशोषक पृष्ठ पर हो जाता है जो यह धनात्मक अधिशोषण कहलाता है।

ऋणात्मक अधिशोषण– किसी रासायनिक प्रक्रम में यदि अधिशोष्य पदार्थ की कुल मात्रा का कम भाग का अधिशोषण, अधिशोषक पृष्ठ पर होता है तो यह ऋणात्मक अधिशोषण कहलाता है।

विभिन्न क्रियाविधियों में अधिशोषण

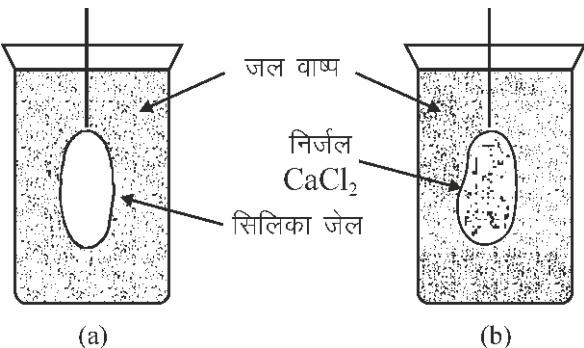
- (i) O_2 , Cl_2 , NH_3 , SO_2 आदि गैसों से भरे बंद पात्र में यदि चारकोल का चूर्ण डाल दिया जाता है तो गैस का दाब कम हो जाता है। क्योंकि गैस का कुछ भाग चारकोल द्वारा अधिशोषित कर लिया जाता है।
- (ii) कार्बनिक रंजक जैसे मेथिलीन ब्लू के रंग को भी जान्तव चारकोल द्वारा रंगहीन बनाया जा सकता है।
- (iii) H_2 गैस पैलेडियम अथवा निकल धातु के पृष्ठ पर अधिशोषित हो जाती है।
- (iv) वायु से नमी हटाकर शुष्क करने के लिए सिलिका जैल का उपयोग किया जाता है।
- (v) शर्करा के विलयन को रंगहीन करने के लिए उसे जान्तव चारकोल की परतों पर प्रवाहित किया जाता है।

विशोषण (Sorption)– किसी अधिशोषित पदार्थ के अधिशोषक की सतह से हटने की प्रक्रिया विशोषण कहलाती है।

अवशोषण (Absorption)– इस प्रक्रम में एक पदार्थ ठोस अथवा द्रव में प्रवेश कर उसमें समान रूप से वितरित हो जाता है।

सारणी 5.1 : अधिशोषण एवं अवशोषण में विभेद

अधिशोषण	अवशोषण
1. वह प्रक्रिया जिसमें कोई पदार्थ अन्य पदार्थ (अधिशोषक) की सतह पर ही एकत्रित होता है।	1. यह प्रक्रिया जिसमें कोई पदार्थ अन्य पदार्थ के अन्दर समान रूप से वितरित रहता है।
2. यह एक पृष्ठीय प्रक्रिया है जो केवल सतह पर ही होती है।	2. वह स्थूल प्रक्रिया है क्योंकि यह समरत पदार्थ में होती है।
3. यह समान गति से होता है।	3. यह प्रारम्भ में तीव्र गति से होता है। परन्तु रिक्त पृष्ठ कम होने से मंद होता जाता है।
4. उदाहरण सिलिका द्वारा जल वाष्प का अधिशोषण	4. कैल्सियम क्लोराइड द्वारा जल वाष्प का अवशोषण



चित्र 5.1 : (a) सिलिका जेल की सतह पर जल वाष्प की उच्च सान्द्रता (अधिशोषण की घटना)

(b) कैल्सियम क्लोराइड के स्थूल में जल वाष्प का समान वितरण (अवशोषण की घटना)

शोषण— अधिशोषण एवं अवशोषण दोनों प्रक्रियाएँ साथ-साथ सम्पन्न हो तो यह प्रक्रम शोषण कहलाता है।

उदाहरण—

- (i) H_2 गैस चारकोल पृष्ठ पर अधिशोषित होती है परन्तु कुल समय पश्चात् यह चारकोल की आंतरिक सतह में विसरित हो जाती है।
- (ii) रंजक सर्वप्रथम रेशे की सतह पर अधिशोषित होते हैं अंत में रेशे द्वारा अवशोषित हो जाते हैं।

5.2 अधिशोषण की उष्णागतिकीय सम्भाव्यता

- (i) अधिशोषण प्रक्रम में एक मोल अधिशोष्य के अधिशोषक पृष्ठ पर अधिशोषित होने पर मुक्त उष्मा की मात्रा मोलर अधिशोषण उष्मा कहलाती है।
- (ii) अधिशोषण सदैव एक उष्माक्षेपी प्रक्रिया है एवं ΔH का मान ऋणात्मक होता है।
- (iii) जब कोई गैस अधिशोषित होती है तो अणुओं का संचलन कम हो जाता है एवं गैस की एंट्रोपी कम हो जाती है।

अर्थात् ΔS का मान ऋणात्मक होता है।

(iv) गिब्स हेल्मोल्ट्ज समीकरण $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

सामान्य ताप पर $\Delta H > T\Delta S$ अतः ΔG का मान ऋणात्मक होता है अतः अधिशोषण एक स्वतः प्रवर्तित प्रक्रम है।

5.3 अधिशोषण के प्रकार

अधिशोष्य और अधिशोषक के मध्य आकर्षण बलों के आधार पर अधिशोषण दो प्रकार का होता है।

1. भौतिक अधिशोषण या वांडरवाल अधिशोषण—

जब अधिशोषक की सतह पर अधिशोष्य वांडरवाल बलों द्वारा बंधित होता है तो यह भौतिक अधिशोषण कहलाता है। चूँकि वांडरवाल बल दुर्बल होते हैं अतः अधिशोष्य को अधिशोषक के पृष्ठ से उच्च ताप अथवा निम्न दाब पर मुक्त किया जा सकता है। भौतिक अधिशोषण में उष्मा परिवर्तन बहुत कम होता है। इनका मान 20-40 kJ/मोल के मध्य परिवर्तित होता है। इसकी प्रकृति विशिष्ट नहीं होती हैं अतः भौतिक अधिशोषण सभी अवस्थाओं में तीव्र गति से होता है।

2. रासायनिक अधिशोषण या लैंगम्यूर अधिशोषण—

जब अधिशोषक की सतह पर अधिशोष्य प्रबल रासायनिक बलों द्वारा बंधित हो तो यह रासायनिक अधिशोषण कहलाता है। रासायनिक अधिशोषण में अधिशोष्य अधिशोषक की सतह पर क्रिया कर उत्पाद बनाता है। उदाहरण— टंग्स्टन अथवा कार्बन की सतह पर ऑक्सीजन के अधिशोषण पश्चात् टंग्स्टन ऑक्साइड एवं कार्बन डाई ऑक्साइड अथवा कार्बन मोनो ऑक्साइड का विशोषण होता है। रासायनिक अधिशोषण में अधिशोषण की उष्मा का मान अधिक 80-240 kJ/मोल के मध्य परिवर्तित होता है। रासायनिक अधिशोषण एक अनुकूलमणीय एवं अति विशिष्ट प्रक्रम है।

सारणी 5.2 : भौतिक अधिशोषण एवं अधिशोष्य रासायनिक अधिशोषण का तुलनात्मक अध्ययन

भौतिक अधिशोषण	रासायनिक अधिशोषण
<p>1. अधिशोष्य एवं अधिशोषक के मध्य वांडरवाल बंध होते हैं।</p> <p>2. वांडरवाल बल के कारण विशिष्ट प्रकृति नहीं होती है।</p> <p>3. यह एक उत्क्रमणीय प्रक्रम है।</p> <p>4. मोलर अधिशोषण उष्मा निम्न 20-40 kJ/मोल होती है।</p> <p>5. आसानी से द्रवित होने वाली गैसों का अधिशोषण होता है क्योंकि पृष्ठ पर टकराने वाले गैस के अणु संघनित हो जाते हैं।</p> <p>6. ताप बढ़ाने पर अधिशोषण की दर घटती है।</p> <p>7. इसमें बहुआणिक परत बनती है।</p> <p>8. वांडरवाल बंध के कारण संक्रियण ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती है।</p>	<p>1. अधिशोष्य एवं अधिशोषक के मध्य δH° स्थानान्तरण द्वारा रासायनिक बंध होते हैं।</p> <p>2. रासायनिक बंध के कारण विशिष्ट प्रकृति होती है।</p> <p>3. यह एक अनुत्क्रमणीय प्रक्रम है।</p> <p>4. मोलर अधिशोषण उष्मा उच्च 80-240 kJ/मोल होती है।</p> <p>5. गैसों जो रासायनिक यौगिकों का अधिशोषक के साथ निर्माण करे ही अधिशोषित होती है।</p> <p>6. ताप बढ़ाने पर अधिशोषण की दर बढ़ती है।</p> <p>7. इसमें एक आणिक परत बनती है।</p> <p>8. रासायनिक बंध के कारण संक्रियण ऊर्जा की आवश्यकता होती है।</p>

5.4 ठोस अधिशोषकों पर गैसों का अधिशोषण

ठोस अधिशोषक के पृष्ठ पर गैस अधिशोष्य का अधिशोषण निम्न कारकों से प्रभावित होता है।

1. गैस या अधिशोष्य की प्रकृति:-

भौतिक अधिशोषण की प्रकृति विशिष्ट नहीं होती है अतः प्रत्येक गैस, ठोस पृष्ठ पर कम या अधिक मात्रा में अधिशोषित होती है परन्तु सरलता से द्रवित होने वाली गैसें उदाहरण SO_2 , HCl , CO_2 , NH_3 आदि स्थायी गैसों H_2 , N_2 , O_2 की अपेक्षा शीघ्रता से अधिशोषित हो जाती है। किसी गैस के द्रवित होने की दर क्रान्तिक ताप पर निर्भर करती है। क्रान्तिक ताप किसी गैस हेतु वह न्यूनतम ताप है जिससे अधिक ताप पर गैस का द्रवीकरण संभव नहीं है चाहे दाब कितना ही उच्च क्यों न कर दिया जाय। क्रान्तिक ताप जितना अधिक होगा गैस का द्रवीकरण उतनी ही आसानी से होगा फलतः शीघ्रता से अधिशोषण होगा। उदाहरण— 1 g संक्रिय चारकील पर गैसों के अधिशोषण का घटता क्रम निम्न है :-

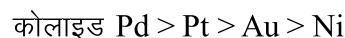
$\text{SO}_2 > \text{NH}_3 > \text{HCl} > \text{CO}_2 > \text{CH}_4 > \text{CO} > \text{N}_2 > \text{H}_2$
क्रान्तिक 430 406 324 304 190 134 126 33
ताप K
अधिशोषित 380 180 72 48 16.2 9.3 8.0 4.5 आयतन ml.

2. अधिशोषक का पृष्ठीय क्षैत्रफल —

एक ही गैस समान ताप एवं दाब की परिस्थिति में

विभिन्न ठोसों पर अलग-अलग मात्रा में अधिशोषित होती है। कठोर तथा रब्धहीन पदार्थों की अपेक्षा संरच्च तथा चूर्णित अवस्था में ठोस के होने पर अधिशोषण की दर में वृद्धि होती है। एक ग्राम ठोस द्वारा प्रदत सतही क्षैत्रफल को अधिशोषक का विशिष्ट क्षैत्रफल कहते हैं।

विभिन्न धातुओं की अधिशोषण क्षमता का क्रम निम्न प्रकार है:-

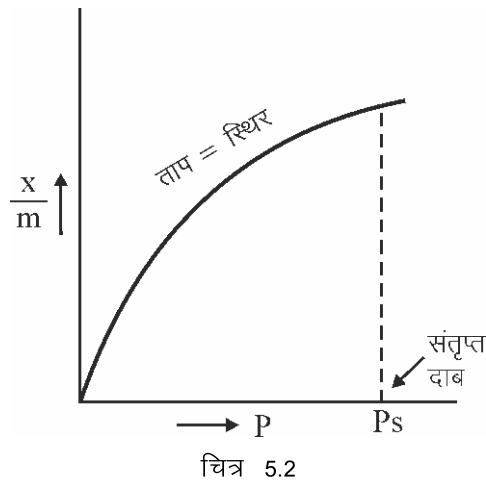


3. दाब का प्रभाव—

किसी गैस की प्रति इकाई द्रव्यमान अधिशोषक पर अधिशोषण की मात्रा, गैस के दाब पर निर्भर करती है। अधिशोषण की मात्रा सामान्यतया ताप स्थिर रहे या निम्न ताप पर दाब बढ़ाने से बढ़ती है। उच्च ताप पर यह नहीं होता है। “स्थिर ताप पर अधिशोषण की मात्रा तथा गैस के दाब (विलयनों हेतु सान्दर्भ) में सम्बन्ध अधिशोषण समतापी कहलाता है।” इसे समीकरण के रूप में अथवा आरेख द्वारा प्रदर्शित कया जा सकता है। अधिशोषण की मात्रा को x/m से प्रदर्शित करते हैं, जहाँ x , अधिशोष्य का भार एवं m अधिशोषक की मात्रा है। x/m एवं दाब p के मध्य आरेख निम्नानुसार प्राप्त होता है:-

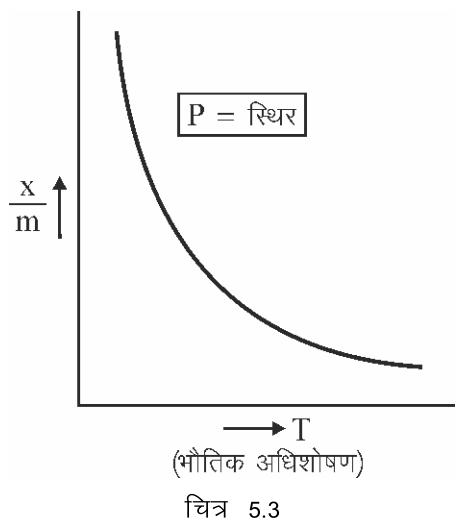
आरेख के अनुसार दाब बढ़ाने पर अधिशोषण की मात्रा (x/m) बढ़ती है जो संतुप्ति दाब p_s पर बढ़कर अधिकतम हो जाती है अब दाब में ओर अधिक वृद्धि करने पर x/m के मान में वृद्धि नहीं होगी। इस अवस्था में अधिशोषित गैस एक आणिक

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



4. ताप का प्रभाव :-

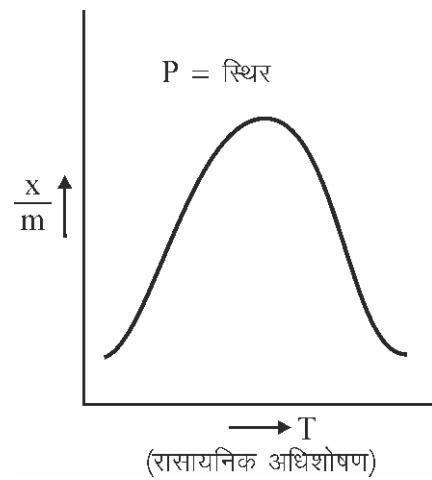
अधिशोष्य + अधिशोषक \rightarrow अधिशोषण + उष्मा अतः अधिशोषण की प्रक्रिया उष्माक्षेपी है। अर्थात् इसका विपरीत विशोषण एक उष्माशोषी प्रक्रिया है। \therefore अधिशोषण एक उत्क्रमणीय प्रक्रम है अतः लाशातालिए सिद्धान्त के अनुसार ताप बढ़ाने पर विशोषण तीव्र होगा। अधिशोषण की मात्रा (x/m) स्थिर दाब पर ताप बढ़ाने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



भौतिक अधिशोषण हेतु समदाबी आरेख चित्र अनुसार प्राप्त होता है। परन्तु रासायनिक अधिशोषण हेतु आरेख चित्र (5.4)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।



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 क्षेत्रफल 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।

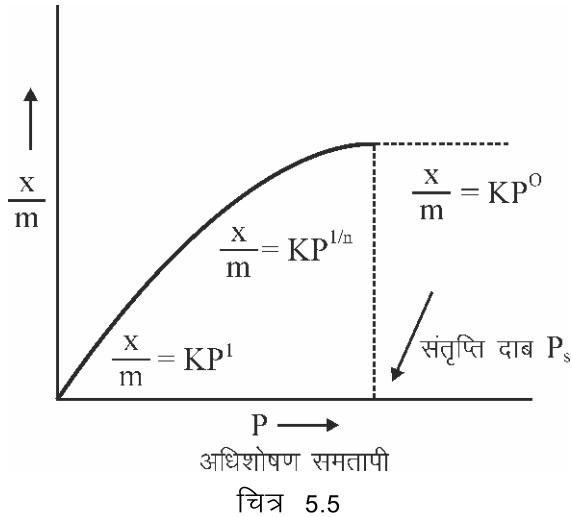
अधिशोषण समतापी (Adsorption Isotherm)— एक निश्चित ताप पर अधिशोषित गैस की मात्रा तथा साम्यावस्था दाब के मध्य संबंध को अधिशोषण समतापी वक्र कहते हैं। इस संबंध को गणितीय व्यंजक अथवा आलेखी वक्र के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

फ्रायंडलिक अधिशोषण समतापी (Freundlich Adsorption Isotherms)

चित्र में दिये गये एक गैस के समतापी वक्र को फ्रायंडलिक ने गणितीय रूप से समझाया है अतः इसे फ्रॉयंडलिक समतापी

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

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



$$\text{अर्थात् } \frac{x}{m} \propto P^1$$

$$\frac{x}{m} = kP \quad \dots(1)$$

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—

$$\frac{x}{m} \propto P^0$$

$$\text{या } \frac{x}{m} \propto KP^0 \quad \dots(2)$$

$$P^0 = 1$$

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

- (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।

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

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

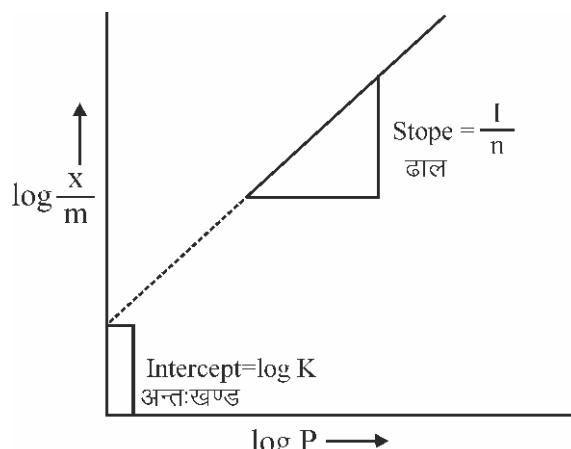
n तथा K स्थिरांक है, जिनका मान अधिशोषित व अधिशोषक की प्रकृति पर निर्भर करता है।

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

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

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

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 के 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।

$$\frac{x}{m} = kC^{1/n}$$

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 हैं जिनको चारकोल की सहायता से अधिशोषित कर दूर करते हैं।
5. **विषमांगी उत्प्रेरण में**— धातु उदाहरण— Fe , 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 रूप में प्रयोग करते हैं यह अधिशोषण पर आधारित है।

6. **आयन विनिमय रैजिन 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 निर्वात 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 डेवार फ्लास्कों में द्रव वायु या द्रव H_2 के संग्रहण में प्रयुक्त होती है।

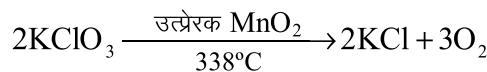
8. **गुणात्मक विश्लेषण**— Al^{3+} का लेक परीक्षण, अधिशोषण पर ही आधारित है। $Al(OH)_3$ विलयन से नीले लिटमस के रंग का अधिशोषण कर लेता है।

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 प्रावरथा रिथर होती है जबकि द्रव अथवा गैस प्रावरथा 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 क्लोरोएट का अपघटन निम्न ताप पर आसानी से हो जाता है।



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

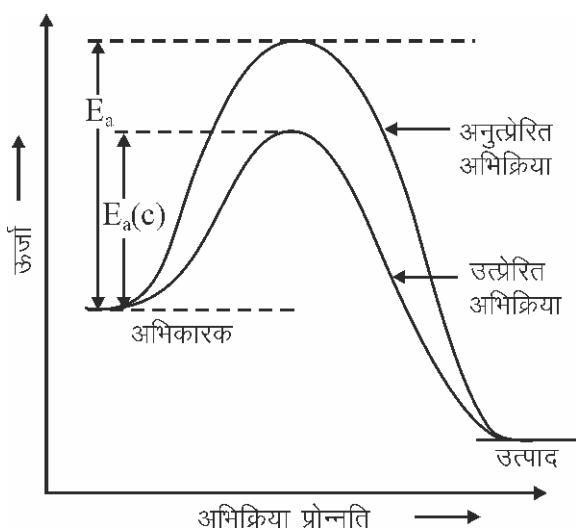
अतः वह पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया के वेग को परिवर्तित कर देता है परन्तु स्वयं द्रव्यमान एवं संघटन की दृष्टि से अप्रभावित रहता है, उत्प्रेरक कहलाता है तथा यह क्रिया उत्प्रेरण कहलाती है।

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 परांक्साइड के अपघटन के लिए सक्रियण ऊर्जा का मान 76 kJ प्रति मोल है। यदि उपरोक्त अपघटन कोलॉइडी Pt की उपस्थिति में कराते हैं तो सक्रियण ऊर्जा का मान 57 kJ प्रति मोल रह जाता है। अर्थात् उत्प्रेरक अपनी उपस्थिति में सम्पूर्ण रासायनिक अभिक्रिया की क्रियाविधि परिवर्तित कर देते हैं जिसकी सक्रियण ऊर्जा का मान कम होता है।

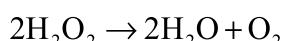


2. ऋणात्मक उत्प्रेरक—

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 परांक्साइड का अपघटन ग्लिसरॉल की उपस्थिति में कम हो जाता है।



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

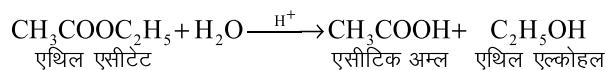


(iii) पेट्रोल के अपस्फोटन को कम करने के लिए उसमें टेट्रा एथिल लैड (TEL) मिला देते हैं।

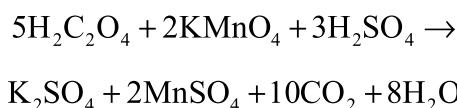
3. स्वतः उत्प्रेरक—

रासायनिक अभिक्रिया में बना उत्पाद, स्वयं उस अभिक्रिया के लिए उत्प्रेरक का कार्य करें अर्थात् 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।



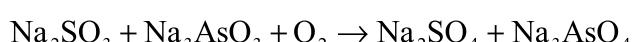
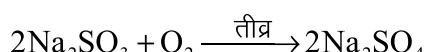
(ii) अम्लीकृत पोटेशियम परमैग्नेट द्वारा ऑक्सेलिक अम्ल के ऑक्सीकरण पर बना मैंगनीज आयन (Mn^{+2}) स्वतः उत्प्रेरक का कार्य कर प्रारम्भ में मंद वेग से होने वाली अभिक्रिया के वेग को बढ़ा देता है।



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 हैं।

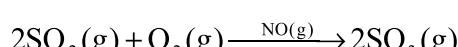


5.8.1 उत्प्रेरण के प्रकार

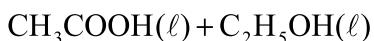
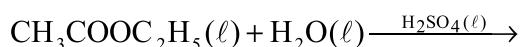
1. समांगी उत्प्रेरण—यदि क्रियाकारक, क्रियाफल एवं उत्प्रेरक की प्रावस्था समान हो तो वह समांगी उत्प्रेरण अभिक्रिया कहलाती है।

उदाहरण—

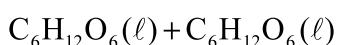
(i) शीशा कक्ष विधि



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

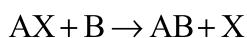
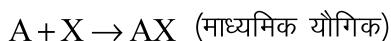


(iii) स्युक्रोज का अम्लीय माध्यम में जल अपघटन



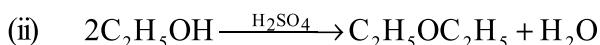
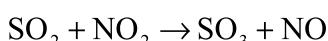
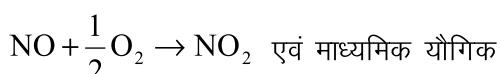
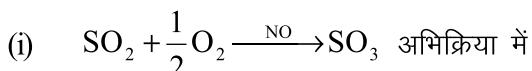
समांगी उत्प्रेरण की क्रिया विधि—माध्यमिक यौगिक सिद्धान्त—

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। ∴

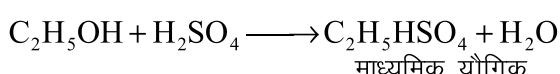


मध्यवर्ती AX के निर्माण में कम सक्रियण उर्जा की आवश्यकता होती है अभिक्रिया तीव्र गति से सम्पन्न हो जाती है।

उदाहरण—



(विलियम सन सतत ईथरीकरण)

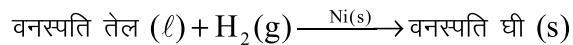


माध्यमिक यौगिक सिद्धान्त द्वारा निम्नांकित तथ्यों का स्पष्टीकरण नहीं किया जा सकता है। (i) विषमांग उत्प्रेरण की क्रियाविधि (ii) उत्प्रेरक वर्द्धक एवं उत्प्रेरक विष की क्रिया विधि (iii) सक्रिय केन्द्रों का महत्व।

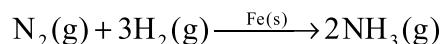
2. **विषमांगी उत्प्रेरण**—जब क्रियाकारक, क्रियाफल एवं उत्प्रेरक की भौतिक अवस्था पृथक हो तो यह विषमांगी उत्प्रेरण अभिक्रिया कहलाती है।

उदाहरण—

(i) तैलों का हाइड्रोजीनीकरण



(ii) अमोनिया की हैबर विधि



विषमांगी उत्प्रेरण का अधिशोषण सिद्धान्त

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

1. उत्प्रेरक की सतह पर बार-बार अधिशोषण एवं विशेषण होता रहता है। इसलिए उत्प्रेरक की सूक्ष्म मात्रा क्रियाकारकों की अधिक मात्रा को उत्प्रेरित करने के लिये पर्याप्त होती है।

2. विशेषण 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. क्रियाकारक, उत्प्रेरक के पृष्ठ पर रासायनिक बंधों का निर्माण करते हैं। 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 हैं। जिससे अभिकारक के अणु अधिशोषित नहीं हो पाते हैं।

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।

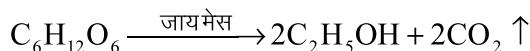
5.8.2 एन्जाइम उत्प्रेरण (Enzyme Catalysis)

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

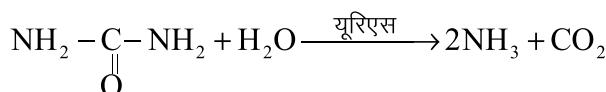
संरचना होती है। ये पेड़–पौधों या जीव–जन्तुओं में पाये जाते हैं। एन्जाइम अणुओं का व्यास 10-100 nm होता है। एन्जाइम विशिष्ट प्रकृति के होते हैं जो जन्तु एवं पादपों में जीवन को व्यवस्थित रखने के लिये प्रयुक्त रासायनिक अभिक्रिया में उत्प्रेरकों का कार्य करते हैं इस कारण एन्जाइमों को जैव रासायनिक उत्प्रेरक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

उदाहरण—

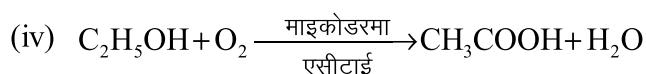
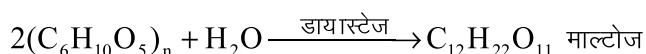
- (i) खमीर में उपस्थित एन्जाइम जाइमेस द्वारा ग्लूकोज का एथेनॉल में परिवर्तन।



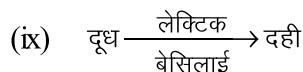
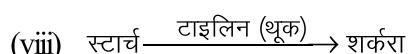
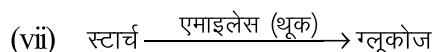
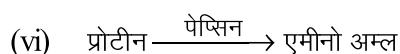
- (ii) सोयाबीन में उपस्थित, युरिएस एन्जाइम द्वारा युरिया का जल अपघटन।



- (iii) स्टार्च का डायास्टेज एन्जाइम द्वारा माल्टोज में अपघटन



- (v) शर्करा का ग्लूकोज व फ्रूक्टोज में अपघटन (इन्वर्ट्स की उपस्थिति में)



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 हैं, एक एन्जाइम एक अभिक्रिया में ही उत्प्रेरक का कार्य कर सकता है।

(4) **ताप एवं pH**— एन्जाइम की सक्रियता मध्यम ताप (37°C या $25-37^\circ\text{C}$) एवं निश्चित pH ($\text{pH} \approx 7$) पर ही रहती है। निश्चित ताप एवं pH जिस पर एन्जाइमों की सक्रियता सर्वाधिक हो अनुकूलतम ताप एवं अनुकूलतम pH कहलाता है। मानव शरीर में अनुकूलतम pH का मान = 7.4 होता है।

(5) **ये कोलॉइडी** प्रकृति के होते हैं 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 हैं। अतः धातु आयनों को सह एन्जाइम कहते हैं।

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

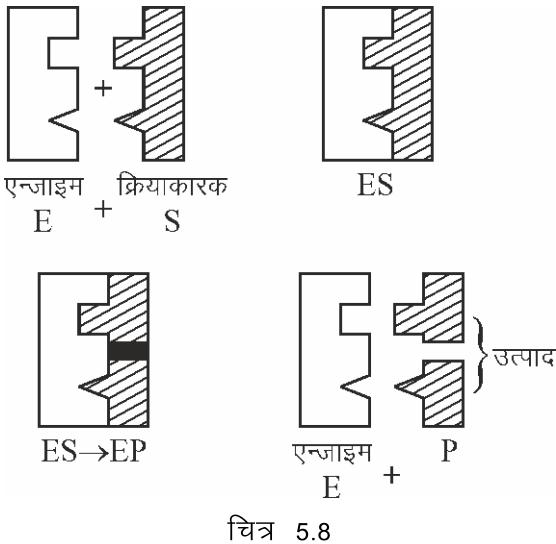
एन्जाइम उत्प्रेरित अभिक्रिया की क्रिया विधि—

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

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



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



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

5.8.3 जिओलाइट उत्प्रेरण या आकार वरणात्मक उत्प्रेरक—

जिओलाइट सूक्ष्म छिद्रित एल्यूमिनो सिलिकेट होते हैं। इनका सामान्य सूत्र $M_n[(AlO_4)_x(SiO_4)_y]_z \cdot mH_2O$ होता है। जहाँ n धातु M की ऑक्सीकरण अवस्था है। उदाहरण— $Na_2Al_2Si_2O_8 \cdot xH_2O$ । जिओलाइट की त्रिविमिय संरचना में कुछ सिलिकन परमाणु के स्थान पर Al -परमाणु आ जाते हैं। इस प्रकार के उत्प्रेरकों में विभिन्न आकार के छिद्र तथा गुहाएँ होती हैं। जिनका आकर 260 Pm से 740 Pm तक होता है। जिओलाइट के इन छिद्रों में जल के अणु भर जाते हैं तब इन्हें जल योजित जिओलाइट कहते हैं। इनका उपयोग आयन विनियम द्वारा कठोर जल को मृदु बनाने में करते हैं। जब जिओलाइट को निर्यात में गर्म करते हैं तो ये जल के अणु को त्याग देते हैं तथा अपने छिद्र के आकार के क्रियाकारकों को इन छिद्रों में अवशोषित कर लेते हैं। ऐसे अणु ही जिओलाइट से क्रिया कर पाते हैं जिनका आकर जिओलाइट में विद्यमान छिद्रों जितना हो। इसी कारण जिओलाइट को वरणात्मक अवशोषक कहते हैं। उदाहरण:— एल्कोहल को पेट्रोल (गैसीलीन) में परिवर्तित करने में जिओलाइट उत्प्रेरक ZSM-5 का उपयोग होता है। जिओलाइट में छिद्रों में एल्कोहल का निर्जलीकरण होता है एवं हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण प्राप्त होता है।

उदाहरण— परम्पूर्टिट $Na_2Al_2Si_2O_8 \cdot xH_2O$, ZSM-5, $H_x[(AlO_2)_x(SiO_2)_{96-x}] \cdot 16H_2O$ इरिओनाइट $Na_2K_2CaMg(AlO_2)_2(SiO_2)_2 \cdot 6H_2O$

5.9 कोलॉइड (Colloid)

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

- कोलॉइड**— (Kolla ग्रीक शब्द का अर्थ गम अर्थात् गूंब) ये जान्तव झिल्ली से विसरित नहीं हो पाते हैं। उदाहरण— गोंद, जिलेटिन, स्टार्च आदि।
- क्रिस्टलॉयड**— ये जान्तव झिल्ली से विसरित हो जाते हैं। उदाहरण— $NaCl$, शर्करा आदि।

परन्तु ग्राहम द्वारा पदार्थों 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 एल्कोहॉलिक विलयन क्रिस्टलॉयड है।

विशिष्ट परिस्थितियों में सोना, चौंदी, 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 (वास्तविक विलयन, कोलॉइड, निलम्बन) बांटा जा सकता है।

- वास्तविक विलयन**— वास्तविक विलयन एक समांगी मिश्रण होता है। इसमें विलेय तथा विलायक के कणों का आकार समान होता है। 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 हैं।
- निलम्बन**— यह एक विषमांगी मिश्रण है जिसमें वृहद अविलेय कण होते हैं। कणों का व्यास 10^{-4} cm से अधिक होता है। ऐसे कण भारी होने से गुरुत्वाकर्षण बल के कारण पात्र की तल पर जमा हो जाते हैं। 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 हैं। 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 गुरुत्व बल से पेंदे में भी एकत्रित नहीं होते। इस प्रकार के विषमांगी विलयन कोलॉइडी विलयन कहलाते हैं।

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

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

5.9.1 कोलॉइड की प्रावस्थाएँ

- परिक्षिप्त प्रावस्था (Dispersed Phase)**— यह वितरित अथवा आंतरिक प्रावस्था भी कहलाती है। यह वह घटक है जिसकी मात्रा अल्प होती है।
- 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 हैं।

- ◆ 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 फोम	साबुन विलयन, फैटी हुई क्रीम, सोडा वाटर का झाग
2.	गैस	ठोस	ठोस फोम	केक, रबड़, स्टाइरीन फोम, सूखे समुद्री झाग
3.	द्रव	गैस	द्रवों के वायुसॉल या ऐरोसॉल	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	ठोसों के वायुसॉल सॉल	धुआं, धूल का तूफान
7.	ठोस	द्रव		सोने का सॉल या कोलोइडी सोना, जल में वितरित स्टार्च पैट, गोंद विलयन, दलदल युक्त जल खनिज, रुबी ग्लास, विभिन्न रत्न, काले हीरे
8.	ठोस	ठोस	ठोस सॉल	

5.9.2 कोलॉइड का वर्गीकरण

1. प्रावस्थाओं के मध्य आकर्षण या बंधुता के आधार पर

(i) द्रव स्नेही कोलॉइड—

जिन विलयनों में परीक्षित प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम के मध्य आकर्षण हो उन्हें द्रव स्नेही कोलॉइड कहते हैं इनके गुण निम्न हैं—

- (अ) इन्हें परीक्षित प्रावस्था व परिक्षेपण माध्यम को सीधे मिश्रित कर प्राप्त किया जा सकता है
- (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 हैं अर्थात् स्कंदन के पश्चात् वाष्णीकरण से ठोस प्राप्त करके वितरण माध्यम में घोलने पर इन्हें

पुनः प्राप्त किया जा सकता है

उदाहरण— स्टॉर्च, जिलेटिन, प्रोटीन सॉलं

(ii) द्रव विरोधी कोलॉइड

इन विलयनों में परीक्षित प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम के मध्य आकर्षण नहीं होता हैं इसके गुण निम्न हैं—

- (अ) इन्हें अप्रत्यक्ष विधि, रासायनिक अभिक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है
- (ब) ये अस्थायी होते हैं
- (स) ये शीघ्र स्कंदित हो जाते हैं
- (द) ये अनुक्रमणीय होते हैं, स्कंदन के पश्चात् पुनः कोलॉइड निर्माण नहीं किया जा सकता है

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	उत्क्रमणीय	अनुक्रमणीय
3. दृश्यता	अल्ट्रामाइक्रोस्कोप द्वारा भी आसानी से नहीं देखे जा सकते हैं	अल्ट्रामाइक्रोस्कोप द्वारा आसानी 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 अवक्षेपित हो जाते हैं
6. श्यानता	परिक्षेपण माध्यम से बहुत अधिक होता है	प्रायः परिक्षेपण माध्यम के बराबर होता है
7. पृष्ठ तनाव	परिक्षेपण माध्यम से कम होता है	परिक्षेपण माध्यम के लगभग बराबर होता है
8. टिप्पडल प्रभाव	प्रकट नहीं करते	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 है

2. परीक्षित प्रावस्था के कणों के आकार के आधार पर

(i) बहुअणुक कोलॉइड (Multimolecular Colloid)—

इन कोलॉइड पदार्थ के परमाणु या अणु का व्यास 10^{-7}cm से भी कम होता है परस्पर वान्डरवाल बलों से बंधित होकर कोलॉइड 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 हैं एवं गोल्डसॉल में कोलॉइडी कण गोल्ड परमाणुओं का समूह होते हैं

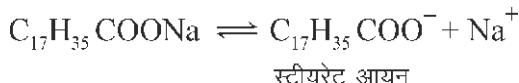
(ii) वृहद अणुक कोलॉइड (Macromolecular Colloid)—

इस प्रकार के कोलॉइड बनाने वाले पदार्थों के अणुओं का आकार बड़ा होता है जब ये परीक्षित प्रावस्था के रूप में धुलकर कोलॉइडी विलयन का निर्माण करते हैं तो कणों का आकार कोलॉइड का हो जाता हैं परीक्षित 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, पॉलीस्टाइरीन इस प्रकार के कोलॉइड का निर्माण करते हैं

(iii) संगुणित कोलॉइड

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

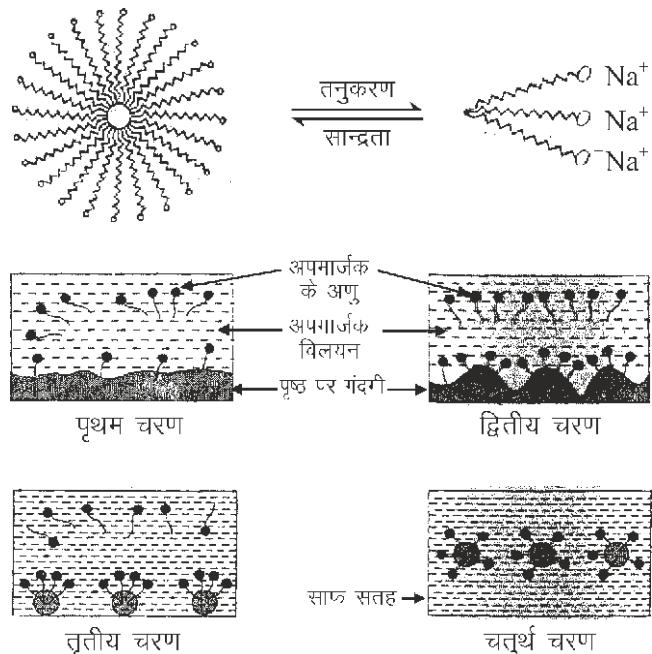
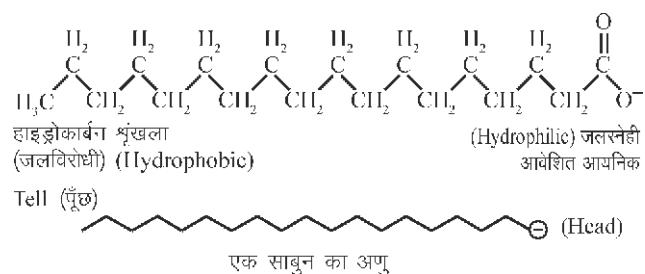
उदाहरण— साबून (सोडियम स्टीयरेट) कम सान्द्रता में जलीय विलयन में निम्न प्रकार से आयनित हो जाता हैः—



परन्तु उच्च सान्द्रता में उपस्थित होने पर ये आयन संगुणित होकर कोलॉइडी कणों का आकार ग्रहण कर कोलॉइडी विलयन का निर्माण कर देते हैं। संगुणन से बने कणों को मिशेल कहते हैं। मिशेल का निर्माण विलयन में पदार्थ की एक निश्चित सान्द्रता से ऊपर होता है जिसे क्रांतिक मिशेलीकरण सान्द्रता (CMC) कहते हैं। 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 हैं। ऐसे अणु पृष्ठ सक्रिय अणु कहलाते हैं। **उदाहरण—** साबून सोडियम स्टीयरेट $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ में हाइड्रोकार्बन 17 कार्बन परमाणुओं की हाइड्रोकार्बन शृंखला द्रव विरोधी अथवा जल विरोधी होता है। जबकि ध्रुवीय COONa द्रव स्नेही अथवा जल स्नेही होता है। अपमार्जक 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।



चित्र 5.9

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

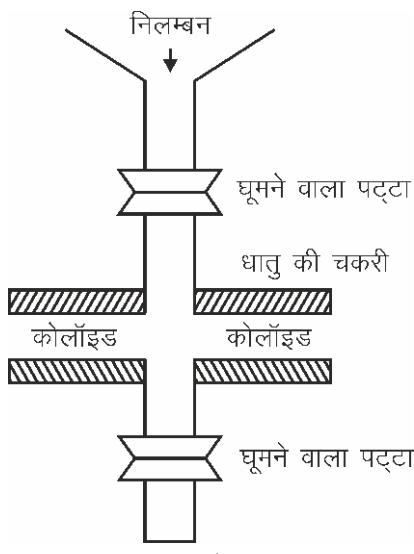
उदाहरण— स्टार्च, गोंद, जिलेटिन के कोलॉइड।

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

- (1) पदार्थ के बड़े कणों को तोड़कर कोलॉइड आकार का बनाना, इसे परिक्षेपण विधि कहते हैं।
- (2) पदार्थ अथवा आण्विक आकार के कणों को संयोजित कर कोलॉइड आकार का बनाना इसे संघनन विधि कहते हैं।

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 हैं फिर इस निलम्बन को एक विशेष प्रकार की कोलॉइडी मिल में डालते हैं। इस मिल (चक्की) में दो धात्विक चकरियाँ होती हैं जो एक-दूसरे के साथ कुछ ही दूरी पर रिथित होती हैं और पट्टों के सहारे एक-दूसरे के विपरीत दिशा में घुमती हैं।



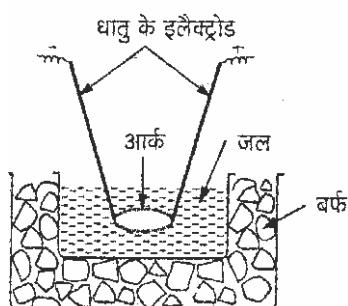
चित्र 5.10 : कोलॉइडी चक्की

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

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

2. विद्युत परिक्षेपण (Electrical dispersion)

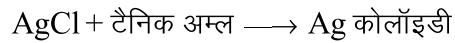
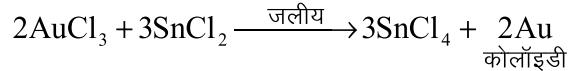
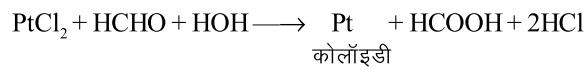
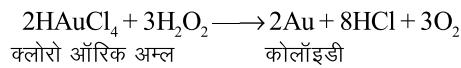
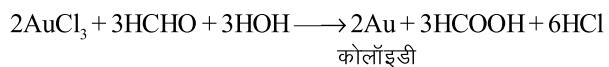
इस विधि से धातु के कोलॉइडी विलयन प्राप्त किए जाते हैं। जिस धातु को कोलॉइडी अवस्था में प्राप्त करना होता है, उसके इलेक्ट्रॉडों के मध्य आर्क उत्पन्न करते हैं। ये इलेक्ट्रॉड परिक्षेपण माध्यम जल में डूबे रहते हैं। आर्क की उष्मा से धातु वाष्प में बदल जाती है। यह वाष्प शीघ्र ही हिमशीतित जल द्वारा संधनित होकर 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 हैं। इस प्रकार प्राप्त कोलॉइड जल प्रतिकर्षि होते हैं अतः स्थायी रखने हेतु KOH की अल्प मात्रा को मिश्रित किया जाता है।



चित्र 5.11 : ब्रेंडिंग आर्क विधि

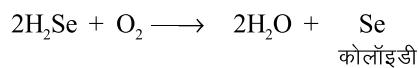
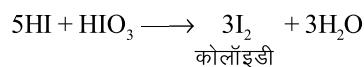
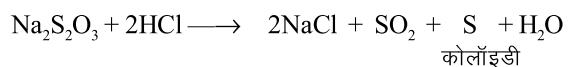
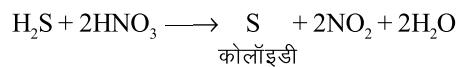
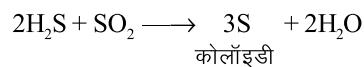
संधनन विधियाँ—

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



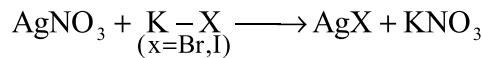
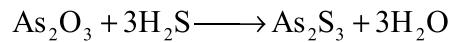
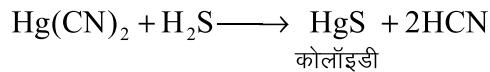
Au का कोलॉइड बैंगनी रंग का होता है अतः इसे कॉशियस पर्पल कहते हैं। इसमें एवं Ag कोलॉइड में स्थायीकारक के रूप में रूप में क्रमशः जिलेटिन एवं अंडे की जर्दी का उपयोग करते हैं।

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

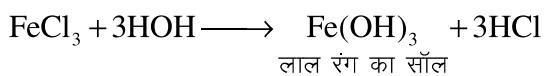


(3) उभय अपघटन— इस प्रकार की अभिक्रिया अविलेय लवण के कोलॉइडी विलयन बनाने में काम आती है।

उदाहरण—



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



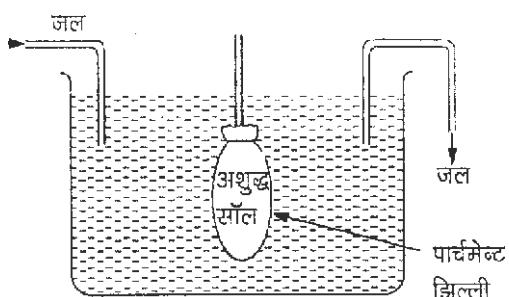
(5) विलायक विनियम विधि— गंधक, फास्फोरस, रेजिन आदि पदार्थ जो जल की अपेक्षा एल्कोहल में अधिक विलेय हाते हैं के एल्कोहलिक विलयन में जल का आधिक्य मिलाने पर इनके जलीय कोलॉइड प्राप्त होते हैं। एल्कोहल में तो कणों का आकार सूक्ष्म होता है परन्तु जल में स्थानान्तरण पर अणुओं का संयोजन होकर कोलॉइड प्रकार के कण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

(6) पदार्थ की वाष्प का द्रव में संधनन— किसी उचलते 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 हैं।

5.9.3 कोलॉइड विलयनों का शुद्धिकरण (Purification of colloidal solutions)

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

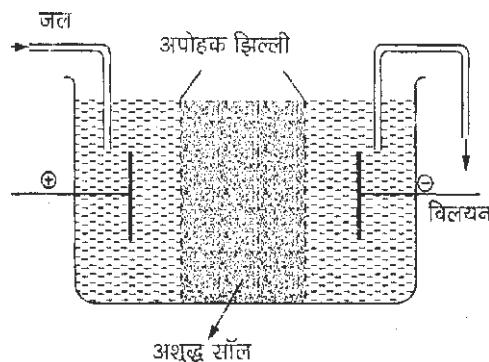
1. अपोहन (Dialysis)— अपोहन की प्रक्रिया इस तथ्य पर आधारित है कि कोलॉइडी कण पार्चमेन्ट शिल्ली या कोशिका शिल्ली और चर्मपत्र में से विसरित नहीं हो सकते जबकि वैद्युत अपघटय के आयन विसरित हो जाते हैं।



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

कोलॉइडी विलयन को पार्चमेन्ट या कोशिका शिल्ली के अपोहक में पानी के साथ भर लेते हैं। धीरे-धीरे वैद्युत अपघटय 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 शिल्ली 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 शिल्लियों के मध्य भर लेते हैं। शुद्ध जल को बाह्य भाग में भर लेते हैं। दोनों इलैक्ट्रोडों के मध्य वैद्युत 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 निस्यंदंन (Ultramicrofiltration)— 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 फामेलिडहाइड में मिलाते हैं, जिससे छिद्र कठोर हो जाये। इस प्रकार के निस्यंदक को अतिसूक्ष्म निस्यंदक कहते हैं जो कि वैद्युत अपघटयों तथा अन्य विलये अशुद्धियों को अपने में से गुजरने देता है किन्तु शुद्ध कोलॉइडी कणों को रोक लेता है।

5.9.4 कोलॉइडी विलयनों के गुण (Properties of colloidal solutions)

1. विषमांगी प्रकृति (Heterogeneity)— परिक्षित प्रावस्था के कणों का आकार बड़ा होने से कोलॉइडी विलयन विषमांगी प्रकृति के होते हैं।

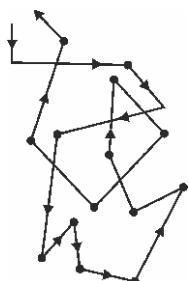
- अस्थिरता (Unstability)**— कोलॉइड मुख्यतः द्रव विरोधी कोलॉइड अस्थिर होते हैं क्योंकि प्रावस्था कणों का आकार बड़ा होता है एवं कुछ समय पश्चात् गुरुत्व बलों से निलम्बन हो जाता है।
- सतही क्षेत्रफल (Surface area)**— कोलॉइडी विलयन में उपस्थित कोलॉइडी कणों का कुल सतही क्षेत्रफल बहुत अधिक होता है, जिसके कारण कोलॉइडी विलयन उत्तम अधिशोषक की भौति कार्य करते हैं तथा प्रभावशाली उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त होते हैं।
- रंग (Colour)**— कोलॉइडी विलयनों का रंग परिष्कृप्त प्रावस्था द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णित तरंगदैर्घ्य के आधार पर भिन्न-भिन्न होता है।

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

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

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

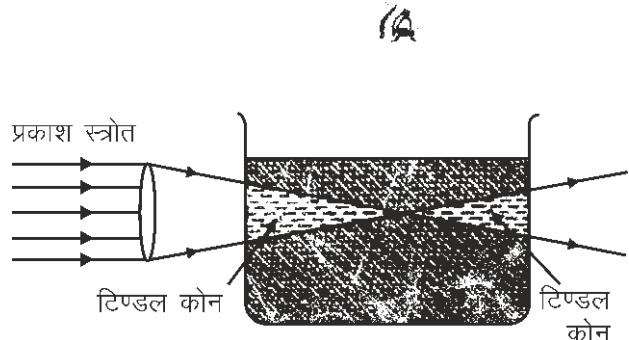
- ब्राउनी गति (Brownian movement)**— सन् 1828 में ब्रिटिश वनस्पति शास्त्री रॉवर्ट ब्राउन ने पाया कि पानी में पड़े परागकण एक निरन्तर अनियमित (टेड़ी-मेढ़ी) गति करते हैं। इस गति को उसने ब्राउनी गति कहा। बाद में यह पाया गया कि परिष्कृप्त प्रावस्था के कण कोलॉयडी विलयन में इसी प्रकार की गति प्रकट करते हैं।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



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 परिष्कृप्त प्रावस्था एवं परिष्कैप्ट 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 तरंगदैर्घ्य (λ) की चतुर्थ घात का व्युत्क्रमानुपाती होता है :: नीले रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे कम होती है अतः इसका प्रकीर्णन सर्वाधिक होता है इसी कारण समुद्री जल, आकाश, तरणताल जल नीले दिखाई देते हैं।

- वैद्युत गुण**— कोलॉइडी सॉल के स्थायित्व का मुख्य कारण परिष्कृप्त प्रावस्था के कणों पर स्थित आवेश होता है। वास्तव में परिष्कृप्त 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 प्रतिक्रिष्ट करते हैं। इसी कारण ये पास नहीं आ पाते हैं अर्थात् संयुक्त होकर बड़े आकार के कण नहीं बना पाते हैं।

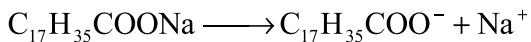
जल को परिष्कैप्ट माध्यम के रूप में प्रयुक्त करने पर कुछ धनावेशित व ऋणावेशित कोलॉइडी सॉल निम्न हैं:-

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 हाइड्रोक्साइड जैसे $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ या $\text{Al}(\text{OH})_3$ एवं $\text{Fe}(\text{OH})_3$
• धातु सल्फाइड जैसे CdS, $\text{As}_2\text{S}_3, \text{Sb}_2\text{S}_3$	• 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।

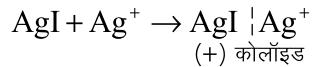
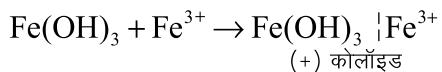
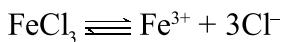


धनायन (Na^+) तो विलयन में चले जाते हैं परन्तु ऋणायन हाइड्रोकार्बन शुंखला अंतरा अणुक आकर्षण बलों से संगुणित होकर ऋणावेशित कोलॉइड का निर्माण करते हैं।

- (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 हैं जो उनके निजी जालक से उभयनिष्ठ होते हैं।

उदाहरण—

- (अ) FeCl_3 के जल अपघटन से बने $\text{Fe}(\text{OH})_3$ के कोलॉइडी विलयन में Fe^{3+} आयन उपस्थित रहते हैं। अतः फेरिक हाइड्रोक्साइड के कोलॉइडी कण Fe^{3+} आयन का अधिशोषण कर धनात्मक हो जाते हैं।

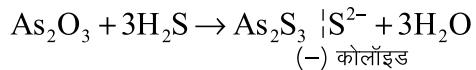


- (ब) आधिक्य सिल्वर नाइट्रोट आविय विलयन में जलीय KI विलयन मिलाने पर AgI का कोलॉइड बनता है जो वितरण माध्यम से समान Ag⁺ आयनों का अधिशोषण कर धनात्मक कोलॉइड बना देता है।

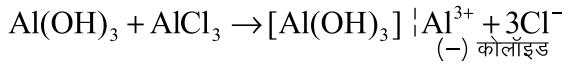
परन्तु यदि AgNO_3 विलयन में KI का आधिक्य मिलाया जाय तो AgI कोलॉइड ऋणावेशित होता है क्योंकि AgI, विद्युत अपघट्य KI के I⁻ आयन का अधिशोषण कर लेता है।



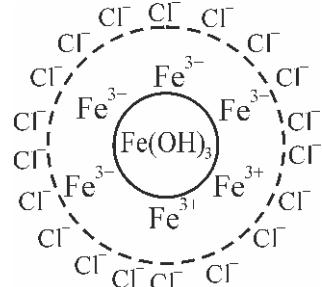
- (स) आर्सेनिक आक्साइड के विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर आर्सेनिक सल्फाइड कोलॉइड प्राप्त होता है जो S^{2-} आयनों का अधिशोषण कर ऋणात्मक हो जाता है।



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



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



चित्र 5.16

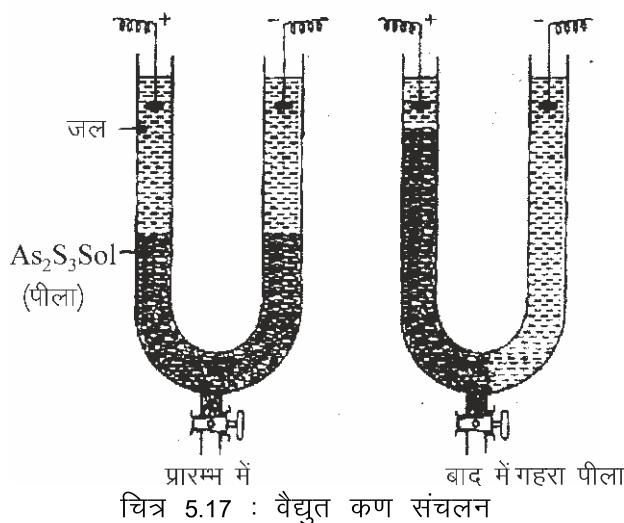
4. **वैद्युत कण संचलन (Electrophoresis)–** विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में कोलॉइडी कणों का विपरीत आवेशित इलेक्ट्रोडों की ओर अभिगमन, वैद्युत कण संचलन कहलाता है।

कोलॉइडी कणों का कैथोड 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 ऐनोड की ओर गति करते हैं, अतः ये कोलॉइडी कण ऋणावेशित होते हैं।

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

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



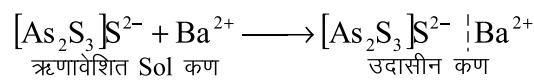
चित्र 5.17 : वैद्युत कण संचलन

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 हैं तो उसका स्कंदन 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 हैं।

(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 हैं 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।



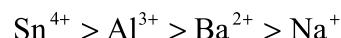
विद्युत अपघट्य का वह आयन जो कोलॉइडी कणों के अवक्षेप में सक्रिय भाग लेता है, समाक्षेपण आयन कहलाता है।

हार्डी शुल्जे नियम– विद्युत अपघट्यों द्वारा कोलॉइडी विलयन के स्कंदन 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 है:-



एवं ऋणावेशित कोलॉइड कण के प्रति धनायनों की स्कंदन शक्ति का घटता हुआ कम है।



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

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

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

उदाहरण– 1 ऋणावेशित As_2S_3 हेतु

विद्युत अपघट्य $\text{LiCl}, \text{NaCl}, \text{KCl}, \text{PbCl}_2, \text{MgCl}_2, \text{CaCl}_2, \text{BaCl}_2, \text{AlCl}_3$ स्कंदन मान मिली 57.9, 52.9, 98.6, 38.5, 0.90, 0.83, 0.77, 0.085 मोल / लीटर

5.9.5 कोलॉइड्डों का रक्षण

(Protection of colloids)

द्रव विरोधी कोलॉइड, द्रव स्नेही कोलॉइडी की तुलना में अधिक अस्थायी होते हैं एवं शीघ्र स्कंदित हो जाते हैं। 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 हैं।

गोल्ड संख्या या स्वर्ण संख्या (Gold number)–

रक्षी कोलॉइड की मिलीग्रामों में मात्रा जो 10ml. 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 हैं:–

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

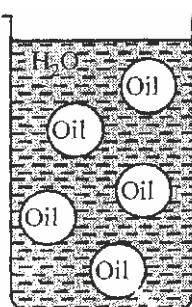
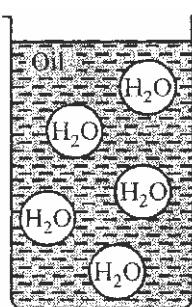
5.9.6 पायस (Emulsion)

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 हैं।

पायस के प्रकार (Types of emulsion)–

पायस दो प्रकार के होते हैं।

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



चित्र 5.18 : पायस

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

पायस की पहचान (Identification of emulsion)

तैलीय पायस अथवा जलीय पायस की पहचान की निम्नलिखित विधियाँ हैं:—

1. सूचक विधि— इस विधि में पायस में ऐसा रंजक मिलाते हैं 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) तेल 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 बूँद काँच पट्टिका पर लेकर उसका सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करते हैं। पायस में एक बूँद जल मिलाते हैं। यदि यह जल की बूँद पायस के साथ समांगी मिश्रण बनाती है तो पायस जलीय है एवं जल बूँद 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)–

- पायस के कोलॉइडी कणों का आकार सॉल से अपेक्षाकृत बड़ा होता है।
- कोलॉइडी विलयन की भाँति पायस टिण्डल प्रभाव तथा ब्राउनी गति प्रदर्शित करते हैं।
- जलीय पायस चालकता प्रदर्शित करते हैं।
- तैलीय पायस की श्यानता अधिक होती है।
- 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)

- मनुष्य के शरीर में सम्पन्न होने वाली पाचन क्रिया में
- विभिन्न प्रकार की औषधियों, क्रीम, लोशन, इत्यादि में
- धातुकर्म के ज्ञाग प्लावन विधि में।
- कपड़े धोने में।

5.9.7 कोलॉइड के अनुप्रयोग (Application of Colloid)

कोलॉइडी के महत्वपूर्ण अनुप्रयोग निम्नलिखित प्रकार हैं:-

- कोलॉइडी औषधियाँ**— कोलॉइडी औषधियों का सरल स्वांगीकरण तथा अधिशोषण हो जाने के कारण कोलॉइडी औषधियाँ अधिक प्रभावी होती हैं।

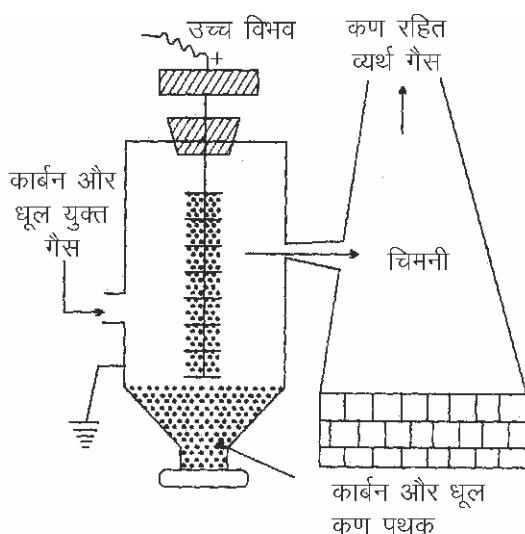
(i) **आर्जिराल तथा प्रोटॉर्जिरॉल**— चांदी के रक्षित कोलॉइडी विलयन को आर्जिरॉल अथवा प्रोटॉर्जिरॉल कहते हैं जो आँखों की पलकों में हुए रोगों के उपचार में प्रयुक्त होता है।

(ii) **कोलॉइडी स्वर्ण, मैंगजीन, कैल्सियम, आयरन, तांबा आदि स्वास्थ्यवर्धक टॉनिक के रूप में काम में आते हैं।**

(iii) **कोलॉइडी गन्धक तीव्र कीटाणुनाशक** होता है।

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

- धूम्र अवक्षेपण (Cottrell Precipitator)**— धूम्र वायु में परिषिक्षित 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 हैं एवं चिमनी से निकलने वाली गैसें धूम्र रहित हो जाती है।



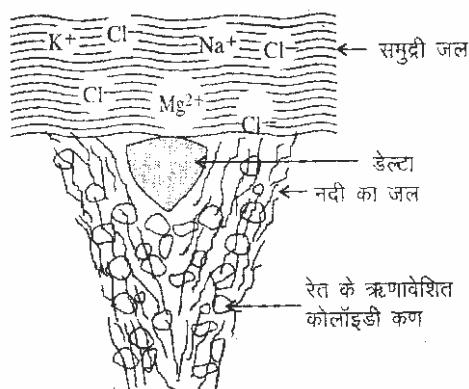
चित्र 5.19 : कांट्रैल अवक्षेपक

- वाहित मल निष्कासन (Sewage disposal)**— जल में परिषिक्षित 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 हैं।

- रबर व्यवसाय (Rubber Industry)**— रबर जल में उपस्थित ऋणात्मक रबर कणों का पायस है। इसे रबर क्षीर कहते हैं। इसे उबालने पर प्रोटीन की रक्षक परत जो प्राकृतिक रूप से कणों को ढके रहती है, टूट जाती है। इस प्रकार रबर के कण परिष्केपण माध्यम में उपस्थित लवणों की अभिक्रिया से अवक्षेपित हो जाते हैं। 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 संचालन विधि से उस पर रबर की परत चढ़ा देते हैं। रबर के ऋणात्मक कण ऐनोड पर विद्युत उदासीन हो जाते हैं।

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

- 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 हैं। ये पदार्थ एकत्र होकर डेल्टा का रूप धारण कर लेते हैं।



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 हैं।

(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 हैं। 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 हैं। इन कोलॉइडी कणों का संघनन होने पर जल की बड़ी बूंदे बन जाती हैं जो गुरुत्वाकर्षण 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 हैं। रक्त के बहने पर फिटकरी का ताजा विलयन अथवा फेरिक क्लोराइड विलयन डालते हैं। जिससे उसका Al^{3+} अथवा Fe^{3+} आयनों द्वारा स्कन्दन होता है और रक्त का प्रवाह रुक 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 तंरगद्वय 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—

$$(अ) \frac{x}{m} = \text{KP}^{\frac{1}{n}} \quad (ब) \frac{x}{m} = \text{KP}^n \\ (स) \frac{x}{m} = \text{KP}^{-n} \quad (द) \text{उपर्युक्त सभी}$$

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 अनुपर्युक्त 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 ऐल्बूमिन
- (स) गम ऐरेबिक (द) स्टार्च

प्र.5 As_2S_3 कॉलोइड ऋणावेशित 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) वैद्युत कण संचना (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 हैं—
 (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 :—**
- कोलॉइडी विलयन में उपस्थित कोलॉइडी कण अच्छे अधिषोषक क्यों होते हैं?
 - पनीर किस प्रकार का कोलॉइड है?
 - समांगी एवं विषमांगी उत्प्रेरण का एक—एक उदाहरण लिखिए।
 - कोलॉइडी विलयन टिण्डल प्रभाव प्रदर्शित करते हैं। दो कारण दीजिए।
 - शरीर पर खरोंच लगने के कारण बहते हुए रक्त स्त्राव को रोकने के लिए फिटकरी का उपयोग क्यों किया जाता है?
 - बहुआणिक कोलॉइड किसे कहते हैं?
 - अधिषोषण एवं अवषोषण में दो अंतर लिखिए।
 - जल की कठोरता दूर करने के लिए किस अधिषोषक का प्रयोग करते हैं?
 - शोषण को परिभाषित कीजिए।
 - एक स्वतः उत्प्रेरक की रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।
 - हैबर विधि में कौनसा उत्प्रेरक एवं वर्द्धक प्रयुक्त होता है?
 - एंजाइम उत्प्रेरण किस पद्धति पर कार्य करती है? यह पद्धति किस वैज्ञानिक ने दी?
 - स्वर्ण संख्या को परिभाषित कीजिए।
 - कारण बताइए सुक्ष्म विभाजित पदार्थ अधिक प्रभावी अधिषोषक होता है?
 - इमल्शन के प्रत्येक प्रकार का एक उदाहरण दीजिए।
 - कैसियस पर्पल क्या है?
 - उस उत्प्रेरक का नाम लिखिए जो मैथेनॉल को गैसोलीन में बदलता है?
 - अम्लीय माध्यम में साबुन अपमार्जन क्रिया क्यों नहीं करते हैं?
 - प्रेरित उत्प्रेरण अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।
 - निम्नलिखित को द्रव स्नेही एवं द्रव विरोधी कोलॉइड में वर्गीकृत कीजिए।
 (अ) As_2S_3 (ब) गोंद
 (स) स्टार्च (द) Au सॉल
- लघुत्तरात्मक प्रश्न :—**
- मिथेल निर्माण की क्रिया विधि समझाइए।
 - निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणियां लिखिए।
 (अ) अपोहन (ब) कांट्रेल अवक्षेपक
 - परिक्षेपण विधि द्वारा प्लेटिनम का जल में कोलॉइडी विलयन बनाने का वर्णन कीजिए। उपकरण का नामांकित चित्र भी बनाइए।
 - वैद्युत कण संचलन का स्वच्छ एवं नामांकित चित्र द्वारा प्रदर्शित कीजिए।
 - फ्रांडलिक अधिषोषण समतापी का गणितीय समीकरण लिखिए।
 - भौतिक अधिषोषण एवं रासायनिक अधिषोषण में चार अंतर लिखिए।
 - बहु-आणिक एवं वृहद अणुक कोलॉइड में क्या अंतर है? प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।
 - 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।
 - 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।

उत्तर— 1. (अ) 2. (ब) 3. (ब) 4. (अ) 5. (अ) 6. (ब) 7. (ब)
8. (द) 9. (द) 10. (ब) 11. (ब) 12. (अ) 13. (स) 14. (ब) 15. (स)

