

जल

डॉ. बा. वेंकटरमणि
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र

पृथ्वी की सबसे महत्वपूर्ण विशेषता है इसका वायुमण्डल, जो अन्य ग्रहों में उपस्थित नहीं है। हमारी पृथ्वी की पर्पटी का 3/4 (तीन चौथाई) भाग पानी से भरा हुआ है। पानी ने ही पृथ्वी पर जीवन प्रदान किया है। जीवनधारा में उसने जो कुछ कर दिखाया है उससे कवि, चित्रकार, दार्शनिक आदि को सदियों से प्रोत्साहन मिलता आया है। लेकिन बहुत लोग जीवसायनिक विधा और रसायनिक विधा में पानी के महत्व के बारे में सोचते तक नहीं हैं। लगता है, पानी एक मामूली चीज होने के कारण उसकी परवाह नहीं करते हैं।

प्राचीन काल में लोगों ने देखा कि पानी सभी प्रकार की विधाओं से होकर जब निकलता है तब उसमें कोई परिवर्तन नहीं होता। इसी कारण वे सोचते थे कि पानी एक मूल है। हमें पता है कि पानी संसार मूलभूत तत्वों अग्नि, पृथ्वी, अंतरिक्ष और वायु के साथ माना जाता है। सन् 1781 में (केवनडिश) ने यह प्रदर्शित कर दिखाया कि पानी आक्सीजन और हाइड्रोजन से बना हुआ एक यौगिक है। यह विज्ञान के विकास में एक महत्वपूर्ण घटना है।

जल ही एक ऐसी चीज है जो हमें ठोस, द्रव्य एवं वात (गैस) इन तीनों अवस्था में प्रकृति में मिलती है। जल का अद्भुत गुण और जीवन के लिए इन गुणों के महत्व के बारे में, संक्षिप्त रूप में इस लेख में दिया गया है।

जल एक अधात्विक यौगिक है, जिसके अणु में दो हाइड्रोजन और एक आक्सीजन परमाणु हैं। जल का अणु-भार 18 है। यह एक अनोखी बात है कि एक साधारण अणु ऐसे गुणों को प्रदर्शित करें। यदि हम जल जैसे समरूप संयोग के गुणों को देखें, उदाहरण के लिए H_2S , H_2Se , H_2Te , तो हमें पता चलता है कि जल को एक वात होना चाहिये। लेकिन साधारण तापमान पर जल द्रव्य के रूप में ही हमें मिलता है। यदि जल वात के रूप में मिलता, तो इस पृथ्वी में जीवन का संचार हो ही नहीं सकता था। सामान्य अवस्था में जल एक द्रव्य है क्यों कि जल कि अणु उद्जन बंध से जुड़े हुए हैं। HF , NH_3 , alcohol जैसे संयोग में भी हमें

उद्जन बंध का प्रभाव मिलता है। लेकिन इनमें ऐसे असाधारण गुण नहीं हैं जो कि जल में हैं। वास्तव में प्राकृति में कोई भी वस्तु, जिसके गुण जल के गुण से मिलते हों, मिलना कठिन है।

जल में अनोखे तरह के गुण पाये जाते हैं, उनके प्रमुख कारण है उसकी संरचना लेकिन आज तक उसकी संरचना के निष्कर्ष पर कोई पहुँच नहीं सका। ऐसे तो कई सिद्धान्त हैं जो कि जल के विभिन्न गुणों का वर्णन करते हैं, लेकिन कोई भी सिद्धान्त जल के सभी गुणों का वर्णन नहीं कर पाता है। जल की संरचना और गुण का परिवर्तन उसके पर्यावरण पर भी निर्भर करता है। उदाहरण के लिए जल का चिपचिपापन (विस्कोसिटी), जमाव तापक्रम जो कि केशाल (कैपिलरी) में है, वह पानी की सामान्य अवस्था पानी के समान नहीं होता है। जल जो केशाल में है, -40° सेल्सियस तक नहीं जमता। यह एक महत्वपूर्ण गुण है, जिससे जीव जो ठंडे तापमान में रहते हैं, (जैसे अन्टार्टिका, आर्टिक में) जीवन बिता सकते हैं। यदि केशाल का पानी $0^\circ C$ पर जमता, तो इन जीवों के शरीर भी जम जाता और वे जीव जीवित नहीं रह सकते थे।

जल की घनता अनियमित है। यदि हम पानी को ठंडा करें तो उसकी घनता बढ़ती है, एक अधिकतम स्थिति पर पहुँचती है जो $4^\circ C$ है - और फिर घटती है। यह उद्जन बंध की संरचना के कारण होता है। यह अनोखा गुण हमारे लिए कई प्रकार से उपयोगी है, क्योंकि बर्फ पानी से हलकी होती है और वह पानी पर तैरती है। इसके फलस्वरूप, जीव जन्तु जो सागर या तालाब में रहते हैं उन्हें शीत हवा जो ऊपरी सतह पर रहती है सुरक्षा मिलती है। और सागर और तालाब के नीचे का तापमान भी समान रूप से वितरित होता है। यदि यह गुण नहीं होता तो पूर्ण सागर, तालाब आदि कम तापमान पर नीचे तल तक बर्फ बन जाता और इस कारण जीव जन्तु इनमें नहीं रह सकते थे।

जब हम किसी भी द्रव्य पर दबाव डालते हैं

तो इसका चिपचिपापन बढ़ता है। लेकिन पानी में दबाव के कारण यह घटता है, एक अल्पिष्ठ स्थिति पर पहुँचता है और फिर बढ़ता है। यह उद्जन बंध की संरचना के कारण होता है। इसके समान जल की संपीडिता भी कम है यानि पानी को संपीडित नहीं कर सकते। ये गुण पानी में रहनेवाले जीव जन्तुओं के लिए महत्वपूर्ण हैं क्योंकि पानी का चिपचिपापन इतना कम है कि वे (जीव-जन्तु) पानी में आराम से इधर उधर जा सकते हैं। यदि पानी का यह गुण नहीं होता तो सागर या तालाब के नीचे के पानी का चिपचिपापन ज्यादा होता और इन जीव जन्तुओं का जीवन मुश्किल में पड़ जाता।

जल ऐसा द्रव्य है जिसकी ताप ग्रहिता की क्षमता सबसे अधिक है और वह एक अधात्विक वस्तु के लिए अजीबो-गरीब बात है। इस गुण की वजह से पृथ्वी का तापमान परिमित है। औद्योगिक और जीवसायनिक विधाओं के कारण जो उष्णता पैदा होती है उसे वह सोखता है। यह गुण नहीं होता तो हमारी पृथ्वी अब तक एक भट्टी बन सकती थी। जल की अधिक उष्णता की क्षमता के कारण वह औद्योगिक बाधा में इस्तेमाल करने वाली एक सस्ती शीतलयमान वस्तु है। एक और विशेष गुण यह है कि उष्णता की क्षमता तापमान के बढ़ाते ही बढ़ती है। यह गुण किसी भी वस्तु में नहीं मिलता। इस कारण पानी से, ऊँचे तापमान में ज्यादा उष्णता ग्रहण कर सकते हैं। इसलिए परमाणु भट्टी और विद्युत संयंत्र में शीतल जल का तापमान 250° सेल्सियस से ज्यादा होता है।

जल एक सर्व-विलायक है। आवर्तन सारणी में ऐसा कोई तत्व नहीं है जो सागर में किसी भी रूप में नहीं है। यदि कोई मूल के सकेन्द्रता जल में कम हो तो इसका प्रमुख कारण यह है कि जो जीव-जन्तु पानी में रहते हैं वे इन मूल को पचा लेते हैं। यह उनके चयापचन क्रिया से होता है। यह विलेयता हमारे लिए उपयोगी है। उदाहरण के लिए कार्बन डायऑक्साइड जो औद्योगिक और जीवन क्रिया से उत्पादन होती है, यदि यह पानी में विलेय नहीं होता, जैसे कि सागर, तालाब, नदी में होता है, तो पृथ्वी का तापमान बढ़ जाता और धरती पर जीवन दूँधर हो जाता। घुली हुई ऑक्सीजन पानी में रहने वाले जीव जन्तुओं को जीवन प्रदान करती है। घुले हुए लवण हमारे स्वास्थ्य के लिए उपयोगी है। पानी हमारे लिए एक

प्राकृतिक पौष्टिक पदार्थ है जो कि हमारे शरीर के अनावश्यक वस्तुओं को निष्कासित करने में तथा खनिज पदार्थ देने में उपयोगी सिद्ध होता है।

जल की विलेयता का कारण है उसकी ऊँची पारद्युतिक (डाइइलैक्ट्रिक) स्थिरांक, जो कि एक अधात्विक वस्तु के लिए अनियमित गुण है। पारद्युतिक स्थिरांक तापमान बढ़ाने से घटता है। जल के त्रिबिन्दु के ऊपर यानि 374° सेल्सियस के ऊपर, वाष्प के रूप में है। इसको संपीडन कर सकता है लेकिन वह द्रव्य स्थिति में नहीं बनता। इस क्रिया से पारद्युतिक स्थिरांक बढ़ जाता है। इस कारण वाष्प में लवण को ज्यादा मात्रा में घोला जा सकता है। यह गुण अधि-विद्युत संयन्त्र में समस्या पैदा कर सकता है, क्योंकि वहाँ पानी का तापमान 500° सेल्सियस से ज्यादा है।

एक अधातु होते हुए भी, जल की संवाहिता ज्यादा है। इस संवाहिता का कारण है जल का स्वयं-अयनन और हाइड्रॉक्सिल आयन पैदा होता है। साधारण तापमान में जल का आयनिक गुणनफल है 10^{-14} । आयनिक गुणनफल तापमान बढ़ाने से बढ़ जाता है। नीचे के तापमान में आयनिक गुणनफल 10^{-17} तक पहुँच सकता है, जिससे नीचे के तापमान में रहने वाले जीवों के जीवरसायन बाधाओं में और हम में अन्तर पाये जाते हैं। ऊँचे तापमान में आयनिक गुणनफल 10^{-8} से 10^{-9} तक पहुँच सकता है, यानि हायड्रोजन और हाइड्रॉक्सिल आयन की संकेन्द्रता बढ़ जाती है। 1000°C के करीब पानी पिघला हुआ हाइड्रोक्साइड जैसा व्यवहार करता है। यह गुण अधि-विद्युत संयन्त्र में समस्या पैदा कर सकता है। इसके अलावा हायड्रोजन और हाइड्रॉक्सिल आयन रसायन और जीवरसायन क्रियाओं में महत्वपूर्ण स्थान रखते हैं।

वास्तव में जीवन का प्रारंभ सागर में ही हुआ। हमारे शरीर में रोज चयापचय क्रिया के कारण 300 ग्राम पानी का उत्पादन होता है। यह ग्लूकोस के आक्सीकरण से होता है और इससे उष्णता पैदा होती है जो हमारे शरीर का तापमान स्थिर रखती है। केवल इस क्रिया के लिए 185 लिटर ऑक्सीजन चाहिये। इसके लिए फेफड़ों को 6300 लिटर हवा को संसाधित करना पड़ता है। और जब कि हृदय को 7000 लिटर खून पंप करना पड़ता है। यह है जीव में

जल का महत्व। इस प्रकार जीवरसायनिक विधाओं में जल निर्णायक योगदान देता है।

कई भौतिक गुणों की परिभाषा करने के लिए एक प्रमाण के रूप में जल को लिया गया है। जैसे कि घनता, उष्णता की क्षमता (एक कलोरी), एक डिग्री सेल्सियस।

जल जैसी अनमोल वस्तु को, जो अपने अनोखे गुणों से इस पृथ्वी को जीवन लायक बनाती है, बचाने से, साफ रहने देने से और वननाशन को रोकने से ही अपनी कृतज्ञता व्यक्त कर सकते हैं।

जले एवं कटे घाव की ड्रेसिंग के लिए हाइड्रोजेल :

हाइड्रोजेल, जेल जैसा एक पदार्थ है जिसकी संरचना में बड़ी मात्रा में जल को रोके रखने की क्षमता होती है।

जले एवं कटे घाव की ड्रेसिंग के लिए हाइड्रोजेल का विकास स्वास्थ्य रक्षा के लिए विकिरण के प्रयोग का सर्वोत्कृष्ट उदाहरण है।

चिकित्सीय प्रयोजनों के लिए बनाया गया हाइड्रोजेल पॉलीविनाइल, पाइरोलिडॉन (PVP), पॉलीएक्रिलामाइड एवं पॉलीविनाइल एल्कोहल (PVA) आदि जैसे हाइड्रोफिलिक पॉलीमरों से तैयार किया जाता है। इन सामग्रियों के अणुओं के एक त्रिआयामी नेटवर्क संरचना बनाने के लिए क्रॉस-लिंक कराया जा सकता है। यह संरचना बड़ी मात्रा में (अपने शुष्क वजन से 10-15 गुना ज्यादा) जल रोके रख सकती है। यह क्रॉस-लिंकिंग या तो रसायनों द्वारा या गामा-किरणन द्वारा कराई जा सकती है। रसायन प्रक्रिया का प्रमुख दोष यह है कि इसमें उत्पाद में रासायनिक पदार्थों के कुछ विषैले अवशेष रह जाते हैं। इसके अलावा इस तरह बनाई गई जेल को बाद में साफ एवं जीवाणुहीन करना पड़ता है। जबकि विकिरण संसाधन प्रक्रिया से जेल बनाना अपने आप में काफी स्वच्छ प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया में जेल का निर्माण एवं जीवाणुमुक्त करने की प्रक्रिया एक बार में साथ-साथ सम्पन्न हो जाती है। इससे न सिर्फ लागत कम आती है बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता भी बढ़ जाती है। जलने से हुए घावों के उपचार के साथ-साथ अंगदाता क्षेत्रों में प्लास्टिक सर्जरी के लिए भी आज विश्वभर में हाइड्रोजेल का प्रयोग दिन-प्रतिदिन बढ़ रहा है।

