ऊर्ध्वपातन
पदार्थ का एक मज़ेदार गुण

सुशील जोशी

स्कूली किताबों में ऊर्ध्वपातन के बारे में चंद वाक्यों से ज़्यादा शायद ही कभी पढ़ने को मिलता है। सिर्फ कुछ ही पदार्थ इस गुण को क्यों दिखाते हैं? क्या सभी पदार्थों में यह गुण मौजूद होता है? और यदि होता है तो दिखता क्यों नहीं?

आमतौर पर हम जब ठोस चीज़ों को गरम करते हैं, तो हमारी उम्मीद होती है कि वे पहले पिघलेंगी, फिर वाष्पित होंगी। मगर क्या यह क्रम हर पदार्थ में देखा जाता है? लेकिन कुछ ऐसे पदार्थ भी होते हैं जो ठोस अवस्था से सीधे वाष्प में परिवर्तित हो जाते हैं। मसलन नौसादर (यानी अमोनियम क्लोराइड) और आयोडीन। नौसादर तो काफी आसानी से मिलने वाला पदार्थ है। इसे गर्म करके आप खुद देख सकते हैं कि यह भाप बनकर उड़ जाता है, मगर पिघलता नहीं। इस क्रिया को ऊर्ध्वपातन कहते हैं।

सवाल यह है कि क्या ऊर्ध्वपातन का यह गुण इन कुछ विशिष्ट पदार्थों में ही पाया जाता है या यह एक सामान्य गुण है जो सभी पदार्थों में होता है? और यदि यह गुण सभी पदार्थों में होता है, तो हमें दिखता क्यों नहीं।

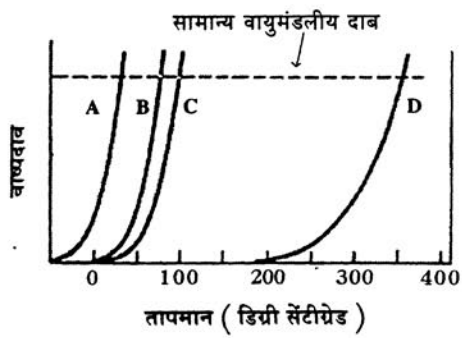
द्रवों के वाष्पन के विषय में तो आप थोड़ा बहुत जानते ही हैं। फिर भी यहां संक्षेप में इस क्रिया को दोहरा लेना अनुचित न होगा।

जब पानी या मिट्टी के तेल जैसे किसी द्रव को खुले में छोड़ देते हैं तो धीरे-धीरे वह वाष्पित होकर उड़ जाता है। मगर यदि यही प्रयोग एक बन्द निर्वात बर्तन में किया जाए, तो स्थिति थोड़ी अलग होगी। कुछ समय बाद पूरा बर्तन उस द्रव की वाष्प से भर जाता है।

यदि अब इस बर्तन को थोड़ा गरम किया जाए, तो द्रव के थोड़े और अणु वाष्पित हो जाते हैं। मगर धीरे-धीरे फिर से एक संतुलन बन जाता है। अब उस बर्तन में वाष्प की मात्रा कुछ ज़्यादा होती है। मात्रा ज़्यादा होती है, तो उसका दाब भी ज़्यादा होता है। यानी तापमान बढ़ने के साथ वाष्प दाब बढ़ता जाता है। यहां दो बातें ध्यान में रखने की हैं। पहली बात तो यह है कि विभिन्न तापमानों पर वाष्प दाब नापते समय शेष परिस्थितियां (जैसे द्रव की सतह का क्षेत्रफल) समान रहें। दूसरी बात यह है कि किस तापमान पर किसी द्रव का वाष्प दाब कितना होगा यह उस द्रव की प्रकृति पर निर्भर करता है। यानी किसी भी तापमान पर विभिन्न द्रवों का वाष्प दाब अलग-अलग होता है।

ठोस का वाष्प दाब

द्रवों की तरह प्रत्येक ठोस पदार्थ भी निरन्तर वाष्पित होता रहता है। यह बात अलग है कि वाष्प की मात्रा इतनी कम हो कि हम उसे नाप तक न सकें। बहरहाल यदि किसी ठोस पदार्थ को हम निर्वात



चित्र:1 विभिन्न द्रवों (डाइ इथाईल ईथर, इथेनॉल, पानी और पारा) के लिए वाष्प दाब और तापमान के बीच खींचा गया ग्राफ (क्रमशः A, B, C और D)। ग्राफ में दिखाई गई डॉटिड लाइन सामान्य वायुमंडलीय दाब को दर्शा रही है। जैसे-जैसे विभिन्न द्रवों का वाष्प दाब वायुमंडलीय दाब के बराबर होने लगता है द्रव उबलने लगते हैं।

बर्तन में रख दें तो उसके कुछ अणु वाष्पित हो जाते हैं। लिहाज़ा उस बर्तन में उस पदार्थ की कुछ मात्रा वाष्प के रूप में भर जाती है। इसका अपना निश्चित वाष्प दाब होता है।

दरअसल हम इस क्रिया को रोज़ाना देखते, महसूस करते हैं। जैसे 'फिनाइल' की गोलियां हम कपड़ों की अलमारी में रखते हैं। वह धीरे-धीरे उड़ती रहती हैं। इसी प्रकार से कई ठोस पदार्थों की गंध हमें आती है। यह गंध वास्तव में उनके वाष्पीकरण के कारण ही हम तक पहुंचती है।

गलनांक व क्वथनांक

हमने ऊपर देखा कि द्रव को गरम करने पर उसका वाष्प दाब बढ़ता जाता है। एक स्थिति ऐसी आती है जब वाष्प दाब वायुमण्डल के दाब के बराबर हो जाता है। तब वह द्रव उबलने लगता है। जिस तापमान पर किसी द्रव का वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो, उसे हम उस द्रव का सामान्य क्वथनांक कहते हैं।

ज़ाहिर है कि यदि बाहरी दाब कम कर दिया जाए तो द्रव कम तापमान पर उबलने लगेगा। पहाड़ी स्थानों पर यह स्थिति आ जाती है। इसके विपरीत यदि बाहरी दाब बढ़ा दिया जाए, तो द्रव ज़्यादा तापमान पर उबलेगा। यह स्थिति प्रेशर कुकर में आ जाती है।

किसी ठोस का सामान्य गलनांक उस तापमान को कहते हैं जिस पर वह पिघलता है। इस पर भी दाब का असर पड़ता है। इसलिए हम यह कहते हैं कि वायुमण्डलीय दाब पर किसी ठोस के पिघलने के तापमान को उसका सामान्य गलनांक कहते हैं। आमतौर पर दाब बढ़ने पर ठोस का गलनांक बढ़ जाता है। यानी दाब बढ़ने पर ठोस अपने सामान्य गलनांक से ज़्यादा तापमान पर पिघलते हैं। बर्फ की बात अलग है। दाब बढ़ने पर उसका गलनांक कम हो जाता है।

ऊर्ध्वपातन

ठोस से वाष्प बनने की बात हमने की। देखा जाए, तो यही ऊर्ध्वपातन की क्रिया है। मगर इस संदर्भ में दो बातों का ध्यान रखना ज़रूरी है।

पहली बात तो यह है कि आमतौर पर ठोस पदार्थों का वाष्प दाब बहुत कम होता है। यानी किसी भी तापमान पर ठोस प्रायः बहुत कम वाष्पित होते हैं। दूसरी बात ज़्यादा महत्व की है। हम ऊपर देख चुके हैं कि वाष्प दाब तापमान पर

निर्भर करता है। ठोस को गर्म करेंगे तो वाष्प दाब बढ़ेगा। मगर एक ऐसी स्थिति आएगी कि वह पिघल जाएगा।

ऊर्ध्वपातन के लिए ज़रूरी है कि ठोस पदार्थ का गलनांक आने से पूर्व उसका वाष्प दाब वायुमण्डल के दाब के बराबर पहुंच जाए। ऐसी स्थिति में वह 'उबलने' लगता है। खूब सारी वाष्प निकलती है और यह वाष्प ठण्डी होकर वापस ठोस के रूप में जमा हो जाती है। इस पूरी क्रिया को 'ठोस का आसवन' भी कह सकते हैं।

जिस तापमान पर किसी ठोस का वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाए, उसे ऊर्ध्वपातन तापमान या ऊर्ध्वपातांक भी कहते हैं।

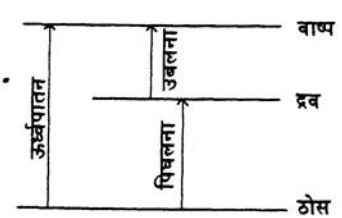
क्या सारे ठोस उबलेंगे

हमने लेख के शुरू में यह सवाल रखा था कि क्या समस्त ठोस पदार्थों में ऊर्ध्वपातन का गुण होगा? अब हम इस सवाल का जवाब देने की स्थिति में हैं।

यह तो सही है कि समस्त ठोस पदार्थ कम या ज़्यादा वाष्पित होते रहते हैं। मगर उनका वाष्प दाब बहुत कम होता है। तापमान के साथ वाष्प दाब बढ़ता है मगर इतना नहीं बढ़ पाता कि वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाए, उससे पहले ही वे पिघल जाते हैं। यानी सब ठोस पदार्थों में सामान्य वायुमण्डलीय दाब पर ऊर्ध्वपातन नहीं होता।

मगर यदि दबाव कम कर दिया जाए तो? जी हां, यदि बाहरी दबाव को कम कर दिया जाए तो प्रत्येक ठोस पदार्थ के लिए ऐसा कोई तापमान अवश्य होगा जहां उसका ऊर्ध्वपातन हो जाएगा। मसलन बर्फ को यदि बहुत कम दबाव पर रखा जाए तो उसका

पदार्थों की तीन अवस्थाएं। ठोस, द्रव एवं गैस। साथ ही इन्हें प्राप्त करने के तरीके – उबलना, पिघलना और ऊर्ध्वपातन।



ऊर्ध्वपातन संभव है।

कुल मिलाकर हमें देखना यह होगा कि किस तापमान पर किसी ठोस का वाष्प दाब कितना है। यदि बाहरी दबाव को उतना ही कर दिया जाए, तो ऊर्ध्वपातन हो जाएगा।

ऊर्ध्वपातित ठोस पिघलग क्या

इन ठोस पदार्थों में गलनांक आने से पूर्व ही वाष्प दाब वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाता है। अतः पिघलने से पहले ही ये उबलने लगेंगे। यानी सामान्य वायुमण्डलीय दाब पर ये ठोस नहीं पिघलेंगे। इनको पिघलाने के लिए हमें विशेष जतन करना होगा। हमें इन पर दबाव बढ़ाना होगा। दबाव को इतना बढ़ाना होगा कि गलनांक से पूर्व इनका वाष्प दाब उस बढ़े हुए दबाव के बराबर न होने पाए।

सवाल यह उठता है कि क्यों कुछ ठोस पदार्थों का वाष्प दाब बढ़कर वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाता है जबकि अन्य अधिकांश ठोस पदार्थों के साथ यह स्थिति नहीं आती। मैं इस मामले में मात्र यही कहना चाहूंगा कि कम-से-कम मैं नहीं जानता कि ऐसा क्यों है? संभवतः स्थिति यह है कि पदार्थों की अवस्था परिवर्तन के बारे में हमारी समझ ही काफी सीमित है।

उबालने/पिघलाने की गुप्त उष्माएं

हम यह तो जानते ही हैं कि पदार्थों के पिघलने व उबलने की क्रिया में ऊष्मा लगती है। जब कोई पदार्थ पिघलता है या उबलता है तो होता यह है कि वह गर्मी सोखता जाता है मगर उसका तापमान नहीं बदलता। यह सोखी गई गर्मी उसकी अवस्था परिवर्तन में खप जाती है। इसे गुप्त ऊष्मा कहते हैं। पिघलने की गुप्त ऊष्मा अलग होती है और उबलने की गुप्त ऊष्मा अलग होती है।

ऊर्ध्वपातन की क्रिया में भी गुप्त ऊष्मा सोखी जाती है। किसी भी पदार्थ की उर्ध्वपातन की गुप्त ऊष्मा उसके पिघलने व उबलने की गुप्त ऊष्माओं के योग के बराबर होती है।

अब स्थिति यह है कि सभी ठोस पदार्थों का वाष्पन हर तापमान पर होता है। तापमान बढ़ाने पर वाष्पन बढ़ता है। कुछ ठोस पदार्थ ऐसे होते हैं जिनका वाष्प दाब इतना बढ़ जाता है कि वह वायुमण्डलीय दाब के बराबर हो जाता है और वे 'उबलने' लगते हैं, इसे ऊर्ध्वपातन कहते हैं। ऐसे पदार्थों के पृथक्करण व शोधन में यह विधि ठीक उसी तरह उपयोगी है, जैसे कि आसवन।

सुशील जोशी: पर्यावरण एवं विज्ञान लेखन में सक्रिय। होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम से संबद्ध।