

pH (પી.એચ.) એટલે શું ? તે સ્પષ્ટ કરી, તેનું મહત્વ જણાવો તથા P^{II}-સ્કેલ (માપન) અંગે સમજૂતી આપો.

જવાબ : pH (પી.એચ.) એટલે શું ? : રાસાયણિક, જૈવ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ઉપર - કે ભૌતિક રાસાયણિક પરિસ્થિતિ ઉપર એસિડની એક ખાસ અસર કે પ્રભાવ જણાય છે. આ અસર, એસિડ દ્રાવણમાં જે હાઇડ્રોજન આયનો (H⁺) છૂટાં કરે છે; મુક્ત કરે છે તેના કારણે જણાય છે. મૂળભૂત એવી કેટલીય દેહધર્મીય ઘટનાઓ કે પ્રક્રિયાઓ એ જે માધ્યમમાં થતી હોય છે તેના હાઇડ્રોજન આયન સાંદ્રણથી ભારે એવા પ્રમાણમાં પ્રભાવિત થતી હોય છે એવું જણાય છે. અહિ, 'કુલ એસિડિટી' માપવાને બદલે એ દ્રાવણમાંના હાઇડ્રોજન આયન સાંદ્રણને માપવા માટે કોઈ પ્રકારનું માપ ખોળી કાઢવું, તે અપનાવવું ઘણું જરૂરી બની રહે છે. pH માપક્રમ એ આવો એક માપક્રમ છે. માધ્યમનો pH આંક એ માધ્યમમાં હાઇડ્રોજન આયનોનું પ્રમાણ કે સાંદ્રણ દર્શાવે છે. આમ, હાઇડ્રોજન આયનોના સાંદ્રણને pH (પી.એચ. - પોટેન્સીઅલ ઓફ હાઇડ્રોજન) દ્વારા દર્શાવામાં આવે છે.

pH (પી.એચ.)ની વ્યાખ્યા -

કોઈપણ દ્રાવણમાં H⁺ (અથવા OH⁻) આયનો કેટલા પ્રમાણમાં છે તે નિશ્ચિત રીતે જાણવા માટે જે માપક્રમ કે આંકનો ઉપયોગ થાય છે તેને pH કહે છે. આ આંક 'લોગોરિધમ સ્કેલ' (લઘુગુણકીય આંક)માં દર્શાવાય છે. વળી, pH આંક અને દ્રાવણની 'નોર્માલિટી' વચ્ચે સીધો એવો સંબંધ છે :

દ્રાવણની નોર્માલિટી		પી.એચ.
1N	10 ⁰	0
0.1 N	10 ⁻¹	1
0.01N	10 ⁻²	2
0.001 N	10 ⁻³	3
0.0000001N	10 ⁻⁷	7

આમ, pH આંક એ, દ્રાવણની નોર્માલિટીનો ઋણ લોગોરિધમ છે.

જેમ કે, 0.01 N = 10⁻²માં લોગોરિધમ આંક ઋણ બે (-1) છે અને ઋણ બેનો ઋણ લોગોરિધમ આંક એટલે બે. માનવ રુધિરના pHનું મૂલ્ય 7.4 જેટલું સામાન્ય રીતે હોય છે. 0.398 × 10⁻⁷ જેટલા આ હાઇડ્રોજન આયન સાંદ્રણને, pH 7.4 એમ દર્શાવાય.

pH (પી.એચ.)નું મહત્વ :

(1) દેહધાર્મિક ક્રિયાઓમાં pHનું ઘણું જ મહત્વ છે. કેટલીયે દેહધાર્મિક પ્રક્રિયાઓ, એ જે માધ્યમમાં થતી હોય છે. તેના હાઇડ્રોજન આયન સાંદ્રણથી સારા એવા પ્રમાણમાં પ્રભાવિત થતી હોય છે.

(2) ઉત્સેચકોની ક્રિયાશીલતા ઉપર અસર કરતાં વિવિધ પરિબલોમાં, માધ્યમના

pHનો સારો એવો પ્રભાવ જણાય છે. દરેકે ઉત્સેચક અમુક ખાસ pH ઉપર જ પોતાની મહત્તમ (ઓપ્ટીમમ) કામગીરી દર્શાવી શકે છે અને pHની વધઘટ તેની ક્રિયાશીલતાને અસર કરે છે. સ્વાદુરસ (પેન્ટિકાટિક જ્યુસ)ના pHનું મૂલ્ય સાધારણ રીતે 8.0 જેવું હોય છે જ્યારે જઠર રસ (ગેસ્ટ્રિક જ્યુસ)ના pHનું મૂલ્ય 1.5થી 1.8 જેવું હોય છે. પેપ્સીન જેવા ઉત્સેચકો અમ્લીય માધ્યમમાં જ અને એમાયલેઝ જેવા ઉત્સેચકો અલ્કલીય માધ્યમમાં જ ક્રિયાશીલ રહી શકે છે.

(3) ઘણીખરી વનસ્પતિઓમાં, તેના 'સેલ સેપ' (cell Sap)ના pHનું મૂલ્ય 5.2 થી 6.5 જેટલું હોય છે. લીંબુ અને સંતરાંના રસની pH વેલ્યુ 3 જેટલી જણાય છે. અલખત આ રસ, રસધાનીઓ અંતર્ગત આવેલ હોય છે અને તેથી કોષરસથી અળગો રહી શકે છે અને તેની ક્રિયાવિધિ ઉપર માઠીઅસર થવા દેતો નથી.

(4) pH બદલાતાં, કલિલો પોતાનો વિદ્યુતભાર બદલતા રહે છે અને તેથી તે ખનિજ લવણો (ક્ષારો)ના અભિશોષમાં પરોક્ષ રીતે (ઇન્ડાયરેક્ટ) મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.

(5) પર્ણરન્ધ્રો ઊઘડવા અને બિડાવાની ક્રિયાવિધિ દરમ્યાન, સ્ટાર્ચ-સ્યુગર સ્યુગર-સ્ટાર્ચના રૂપાંતરણની પ્રક્રિયા દરમ્યાન માધ્યમના pHનો પ્રભાવ નિર્ણાયક બની રહે છે. ઉત્સેચક ફોસ્ફોરિલેઝની ઉપસ્થિતિમાં થતા રૂપાંતરણની આ પ્રક્રિયા pH 9 એ સ્ટાર્ચનું ગ્લુકોઝમાં અને pH 5 જેટલી થતાં ગ્લુકોઝનું સ્ટાર્ચમાં રૂપાંતરણ થાય છે.

(6) માનવ શરીરમાં જુદાં જુદાં અંગો-અવયવોના 'બોડી ફ્લુયડ'નું pH મૂલ્ય ખાસ એવું અને જુદું જુદું હોય છે. જેમ કે રુધિર 7.4 થી 7.5, મૂત્ર 5.5 થી 7, લાળ (સલાઇવા) 6.4 થી 6.8, પિત્તરસ 7.8 થી 8.6, જઠર રસ 1.5 થી 1.8 વિગેરે.

આમ, માધ્યમના pHનો પ્રભાવ ઘણું ઘણું મહત્વ ધરાવે છે.

pH (પી.એચ.) સ્કેલ-માપન :

હાઇડ્રોજન આયનોનું સાંદ્રણ દર્શાવવા અર્થે ઇ.સ. 1909માં સોરેન્સને pH શબ્દનો સૌપ્રથમ ઉપયોગ કર્યો. જેમ કે માનવ રક્તના pHનું મૂલ્ય 7.4 જેટલું સામાન્ય રીતે જણાય છે. અહિ, 0.398×10^{-7} - જેટલા H^+ સાંદ્રણને pH 7.4 દ્વારા દર્શાવાયેલ છે.

શુદ્ધ પાણીને, એટલે કે તેમાં હાઇડ્રોજન આયનોનું સાંદ્રણ કેટલું છે તે બાબતને આધાર તરીકે પસંદ કરીને આ pH માપક્રમ ઘડી કાઢવામાં આવેલ છે. પી.એચ. સામાન્ય રીતે દ્રાવણોની - મંદ દ્રાવણોની - માપવામાં આવતી હોય છે. પ્રયોગોના આધારે એવું જાણી શકાયેલ છે કે, પાણીના, શુદ્ધ પાણીના 55,00,00,000 (પંચાવન કરોડ !) અણુએ ફક્ત એક અણુનું આયનીકરણ થયેલ હોય છે. એટલે કે, 1,00,00,000 લિટર શુદ્ધ પાણીમાં 1 ગ્રામ હાઇડ્રોજન આયનો હોય અને આથી 1 લિટર શુદ્ધ પાણીમાં $1/100,00,000$ હાઇડ્રોજન આયનો હોય. આ હકીકત, આ આંકડાઓને વધુ સારી રીતે અને ટૂંકમાં દર્શાવવા હોય તો,

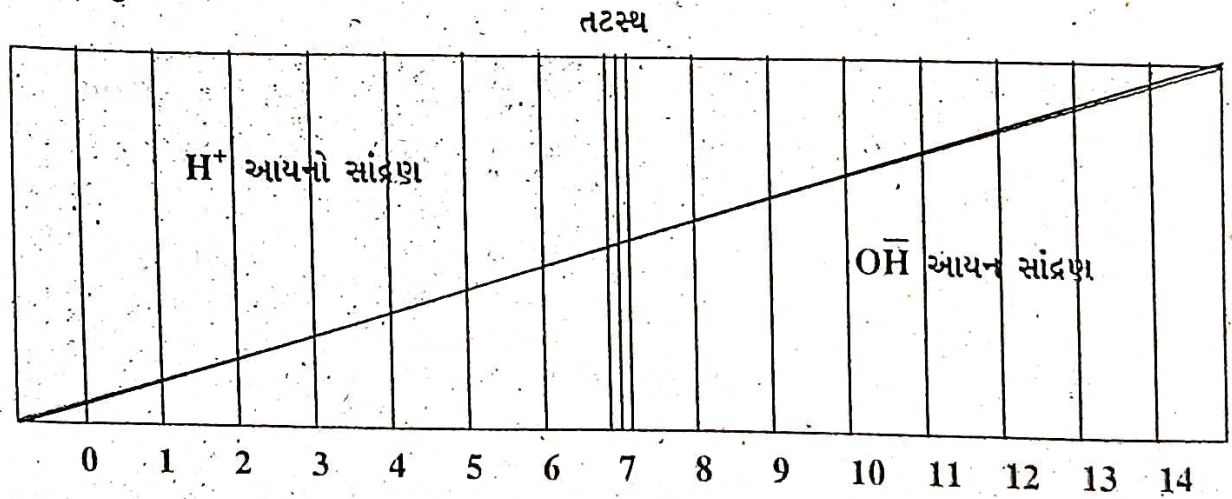
1 લિટર શુદ્ધ પાણીમાં $1/10^7$ ગ્રામ H^+ હોય એમ લખી શકાય. ($10 = 10^1$ 100

= 10^2 અને $1,00,000 = 10^5$ એમ લખતાં) વળી, $1/10^7$ ને 10^{-7} એમ પણ લખી શકાય. (ઋણ ઘાત એ 'ફેક્શન' છે.) આમ, $1/100,00,000$ ને 10^{-7} એમ લખાય. આગળ ઉપર, ધ્રુવહારમાં ઋણની નિશાની ન દર્શાવતાં ફક્ત ઘાતનો અંક જ લખવાનો રિવાજ થઈ ગયો. આમ, શુદ્ધ પાણીની pH 7 નક્કી થઈ.

આ pH માપકમની 'રેન્જ' 0 થી 14 વચ્ચે નિર્ધારિત કરવામાં આવેલ છે. pH = 0 (શૂન્ય pH)નો અર્થ 1 લિટર પાણી (દ્રાવણ)માં હાઇડ્રોજન આયનોનું પ્રમાણ 1 ગ્રામ જેટલું હોય એમ દર્શાવે છે.

પી.એચ. આંક એ લઘુગુણકીય અંક હોઈ, એક એક અંકની વધ-ઘટ એ હાઇડ્રોજન આયનોના દશગણા સાંદ્રણની વધ-ઘટ દર્શાવે છે. pH 7થી નીચેના આંક એસિડિક સ્થિતિ દર્શાવે છે જ્યારે 7 થી ઉપરના આંક બેઝિક સ્થિતિનો નિર્દેશ કરે છે. જેમ pHનો આંકડો નાનો તેમ, દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનોનું સાંદ્રણ વધુ. pH 5 કરતાં pH 4 વાળાં દ્રાવણોમાં હાઇડ્રોજન આયનોનું સાંદ્રણ દશ ગણું વધારે હશે. pH અને pOH વચ્ચે ચોક્કસ ગણિતીય સંબંધ હોઈ, pH દર્શાવતાં pOHનો પણ ગર્ભિત નિર્દેશ થઈ જ શક્ય છે.

જેની pH શૂન્યથી પણ ઓછી હોય (એટલે કે ઋણ સંખ્યાથી બતાવવી પડે) અથવા જેની pH 14થી વધારે હોય એવાં દ્રાવણો પણ હોઈ શકે. જેમ કે, 5 N HCl નું pH મૂલ્ય શૂન્યથી થોડું ઓછું હોય છે અને એ જ રીતે 5 N, NaOHના pHનું મૂલ્ય 14 થી થોડું વધુ હોય છે.



'પી.એચ. આંકની સમજૂતી આપતી આકૃતિ

પી.એચ. માપવા માટેની વિવિધ રીતો : દ્રાવણોના pHનો અંદાજ ખ્યાલ મેળવવા સૂચકો (ઇન્ડિકેટર્સ)નો ઉપયોગ થઈ શકે. લીંબુ, સંતરાં, જેવાં ફળોના રસ કે અન્ય કોઈ દ્રાવણોના pH મૂલ્યનો અંદાજ ખ્યાલ આવા સૂચકોનો ઉપયોગ કરી મેળવી શકાય. આ માટે તૈયાર મળતા યુનિવર્સિલ ઇન્ડિકેટરનો ઉપયોગ કરી શકાય. (પ્રયોગશાળામાં પણ તાજો બનાવી શકાય) આ માટે, જે દ્રાવણ કે રસના pHનો અંદાજ ખ્યાલ મેળવવો હોય, તે દ્રાવણ કે રસ આશરે 2 થી 5 મિ.લી. જેટલું એક કસનળીમાં લેવામાં આવે છે અને પછી તેમાં સૂચકનો ફક્ત બે ટીપાં ઉમેરવામાં આવે છે. એક ખાસ રંગ ઊભરી આવે છે.

જેને સૂચકની બોટલ ઉપરના કલર ચાર્ટ સાથે સરખાવી જોતાં, દ્રાવણના pHનો અંદાજ ખ્યાલ આવે છે.

ઇન્ડિકેટર્સ કે સૂચકો એ નૈસર્ગિક કે સંશ્લેષિત એવાં કાર્બનિક સંયોજનોનાં ખાસ દ્રાવણો છે. જે દ્રાવણની pHનો ખ્યાલ મેળવવો હોય તેમાં તે ઉમેરતાં, દ્રાવણની pH મુજબ તેમાં રંગ પરિવર્તન આવે છે. ઇન્ડિકેટર્સ એ સામાન્ય રીતે નિર્બળ એસિડ્સ હોય છે અને તેને દ્રાવણમાં ઉમેરતાં તેનું વિયોજન થવા પામતું હોય છે.

ઇન્ડિકેટર = ઇન્ડિકેટર⁻ + H⁺ એમ, દર્શાવી શકાય: ઇન્ડિકેટર્સનાં બંને સ્વરૂપો ભિન્ન ભિન્ન રંગ પ્રદર્શિત કરે છે. ઇન્ડિકેટર ઉમેરતી વખતે, હંમેશાં તેની માત્રા ઓછી (બે ટીપાં જ) રાખવી જોઈએ. વધારે એવી માત્રામાં ઇન્ડિકેટર ઉમેરતાં દ્રાવણની મૂળ pH કરતાં ઘણું જ જુદું પરિણામ મળે તે, ઇન્ડિકેટરની કાર્યપદ્ધતિ સમજતાં, સહેલાઈથી સમજી શકાય એમ છે. એસિડ - બેઈઝ અનુમાપનના પ્રયોગોમાં વપરાતા સૂચકો ફિનોલ્ફથેલીન, મિથાઇલ ઓરેન્જ વગેરે પણ આવાજ સૂચકો છે અને આ જ સિદ્ધાંત મુજબ કાર્ય કરે છે.

વધુ ચોક્કસાઈપૂર્વક pH માપવા માટે પી.એચ. મીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પી.એચ. મીટર્સનાં વિવિધ મોડેલ્સ માર્કેટમાં ઉપલબ્ધ છે. પી.એચ. મીટર, 'રેફરન્સ ઇલેક્ટ્રોડ', પી.એચ. પરિક્ષણ માટેનું દ્રાવણ અને હાઇડ્રોજન આયનો પ્રતિ સંવેદનશીલ એવા ગ્લાસ ઇલેક્ટ્રોડ દ્વારા બનતા 'કોન્સન્ટ્રેશન સેલ'નું ઈ.એમ.એફ. (e.m.f.) માપે છે.

Dr.K.J.Bhatt