1. **BF_3 પાસે પ્રોટૉન નથી છતાં ઍસિડ તરીકે વર્તે છે અને $\ddot{N}H_3$ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આવું શા માટે થાય છે ? BF_3 અને $\ddot{N}H_3$ વચ્ચે કયા પ્રકારનો બંધ બને છે ?**

➠ BF_3 ઇલેક્ટ્રૉન ઊણપવાળો પદાર્થ છે અને તેથી લુઇસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. $\ddot{N}H_3$ પાસે એકાકી ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ છે. જે BF_3ને આપીને સવર્ગ સહસંયોજક બંધ રચે છે. આથી NH_3 લુઇસ બેઇઝ તરીકે વર્તે છે.

$H_3N : \rightarrow BF_3$

2. **HClનું પાણીમાં આયનીકરણ નીચે મુજબ છે : $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ આ આયનીકરણ પ્રક્રિયામાં બે સંયુગ્મી ઍસિડ અને બેઇઝને દર્શાવો.**

➠ $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

ઍસિડ — બેઇઝ — સંયુગ્મઍસિડ — સંયુગ્મબેઇઝ

(ઍસિડ → સંયુગ્મઍસિડ: પ્રોટોન ગુમાવે છે.)

➠ જો લૉરી બ્રૉન્સ્ટેડ ઍસિડ પ્રબળ હોય ત્યારે તેનો સંયુગ્મી બેઇઝ નિર્બળ હોય છે, તેમજ સંયુગ્મ બેઇઝ પ્રબળ હોય ત્યારે લૉરી-બ્રૉન્સ્ટેડ ઍસિડ નિર્બળ હોય છે. સામાન્ય રીતે સંયુગ્મ ઍસિડમાં એક પ્રોટૉન વધારાનો હોય છે અને દરેક સંયુગ્મી બેઇઝમાં એક પ્રોટૉન ઓછો હોય છે.

3. **ખાંડનું જલીય દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરી શકતું નથી. પરંતુ NaClનું જલીયદ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરી શકે છે. આયનીકરણ સિદ્ધાંત પ્રમાણે આ વિધાન કેવી રીતે સમજાવશો ? NaClના દ્રાવણમાં સાંદ્રતા સાથે તે કેવી રીતે સંબંધ ધરાવે છે ?**

➠ આયનીકરણના સિદ્ધાંત મુજબ આ વિધાન સમજાવી શકાય. તે ઉપરાંત NaClની સાંદ્રતાની અસર પણ નીચે મુજબ સમજી શકાય.

(i) ખાંડ વિદ્યુત અવિભાજ્ય (nondectrolyte) છે. તેનું પાણીમાં આયનીકરણ થતું નથી. જ્યારે NaClનું જલીય દ્રાવણમાં સંપૂર્ણ આયનીકરણ થાય છે અને Na^+ અને Cl^- મુક્ત થાય છે. આ આયનો વીજપ્રવાહના વહનમાં મદદ કરે છે.

(ii) જ્યારે NaClની દ્રાવ્યતામાં વધારો થાય ત્યારે Na^+ અને Cl^- આયન વધુ પ્રમાણમાં મુક્ત થાય છે. આથી દ્રાવણમાં આયોનોની વધુ સાંદ્રતાને લીધે દ્રાવણનો વાહકતામાં વધારો થાય છે.

4. **નિર્બળ બેઇઝ (MOH)ના આયનીકરણ અચળાંકનું મૂલ્ય નીચેના સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને શોધી શકાય છે.**

$$K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

કેટલાક નિર્બળ ઍસિડનાં આયનીકરણ અચળાંકના નિયત તાપમાને મૂલ્યો નીચે મુજબ છે :

બેઇઝ	ડાયમિથાઇલ-એમાઇન	યુરિયા	પિરીડીન	એમોનિયા
K_b	5.4×10^{-4}	1.3×10^{-14}	1.77×10^{-9}	1.77×10^{-5}

ઉપર દર્શાવેલા બેઇઝના આયનીકરણ અચળાંકનાં મૂલ્યોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો. સૌથી વધુ પ્રબળતા ધરાવતો બેઇઝ કયો છે ?

➠ નિર્બળ બેઇઝ (MOH)નું આયનીકરણ અચળાંકનું મૂલ્ય (સંતુલિત સ્થિતિ)માં $K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$

➠ આયનીકરણ અચળાંક (K_b)નું મૂલ્ય જેમ ઊંચું તેમ આયનીકરણ વધુ થાય છે અને બેઇઝની પ્રબળતા પણ વધારે માલૂમ પડે છે.

ઉપરના સંયોજનોમાં ડાઇમિથાઇલએમાઇન સૌથી વધુ પ્રબળ બેઇઝ છે.

∴ K_b ડાઇમિથાઇલ- > એમોનિયા > પિરીડીન > યુરિયા
એમાઇન

5.4×10^{-4} 1.77×10^{-5} 1.77×10^{-9} 1.3×10^{-14}

5. **નિર્બળ બેઇઝનો સંયુગ્મ એસિડ હંમેશાં પ્રબળ હોય છે. નીચે દર્શાવેલા સંયુગ્મ બેઇઝના બેઝિક ગુણધર્મો ઘટતા પ્રમાણમાં ગોઠવો. OH^-, RO^-, CH_3COO^-, Cl^-**

➠ ઉપર દર્શાવેલા બેઇઝના સંયુગ્મ એસિડ નીચે મુજબ છે :

H_2O, ROH, CH_3COOH અને HCl છે. જેઓના એસિડિક ગુણધર્મનો ક્રમ HCl > CH_3COOH > H_2O > ROH છે. આથી સંયુગ્મ બેઇઝના બેઝિક ગુણધર્મો નીચે મુજબ હશે.

$Cl^- < CH_3COO^- < OH^- < RO^-$

6. **નીચેના સંયોજનોના જલીય દ્રાવણોને pHના ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો. $KNO_{3(aq)}$, $CH_3COONa_{(aq)}$, $NH_4Cl_{(aq)}$, $C_6H_5COONH_{4(aq)}$**

➠ (i) KNO_3 પ્રબળ ઍસિડ (HNO_3) અને પ્રબળ બેઇઝ (KOH)નો ક્ષાર છે. આથી તેનું જલીય દ્રાવણ તટસ્થ બને છે. (pH = 7)

(ii) CH_3COONa નિર્બળ ઍસિડ (CH_3COOH) અને પ્રબળ બેઇઝ (NH_4OH)ના ક્ષાર છે. આથી તેનું જલીય દ્રાવણ બેઝિક હોય છે.

(iii) NH_4Cl નિર્બળ બેઇઝ (NH_4OH) અને પ્રબળ ઍસિડ (HCl)નો ક્ષાર છે. આથી તેનું જલીય દ્રાવણ ઍસિડિક (pH < 7) હોય છે.

(iv) $C_6H_5COONH_4$ નિર્બળ ઍસિડ (C_6H_3COOH) અને નિર્બળ બેઇઝ (NH_4OH)નો ક્ષાર છે. પરંતુ NH_4OH C_6H_5COOH કરતાં થોડો વધુ પ્રબળ છે. આથી pH > 7.

➠ આથી નીચેના ક્ષારોના pH મૂલ્યોના ચઢતા ક્રમમાં વધારો નીચે મુજબ થશે :

$NH_4Cl < C_6H_5COONH_4 > KNO_3 < CH_3COONa$

7. **$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ પ્રક્રિયા માટે K_cનું મૂલ્ય 1.0×10^{-4} છે. નિર્દિષ્ટ સમયે પ્રક્રિયક ઘટકોનું પ્રમાણ નીચે મુજબ છે : [HI] = 2.0×10^{-5} મોલ, [H_2] = 1.0×10^{-5} મોલ અને [I_2]નું પ્રમાણ 1.0×10^{-5} મોલ છે. પ્રક્રિયા કઈ દિશામાં આગળ વધશે ?**

➠ આપેલ વિગત : [HI] = 2.0×10^{-5} મોલ

[H_2] = 1.0×10^{-5} મોલ

[I_2] = 1.0×10^{-5} મોલ

➠ નિર્દિષ્ટ સમયે પ્રક્રિયા ગુણાંક (Q)નું મૂલ્ય નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય :

$$Q = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{(1.0 \times 10^{-5})\,(1.0 \times 10^{-5})}{(2.0 \times 10^{-5})^2}$$

$$= \frac{1}{4} = 2.5 \times 10^{-1}$$

➠ અહીં પ્રક્રિયા ગુણાંક (Q)નું મૂલ્ય K_cના મૂલ્ય કરતાં વધારે છે. (Kc = 1.0×10^{-4}). આથી પ્રક્રિયા પ્રતિગામી દિશામાં આગળ વધશે.

8. **pH = – log [H^+] સમીકરણના સંદર્ભમાં 10^{-8} મોલ cm^{-3} સાંદ્રતા ધરાવતા HCl દ્રાવણનું pH મૂલ્ય 8.0 હોવું જોઈએ. પરંતુ વાસ્તવિક અવલોકનમાં pH મૂલ્ય 7.0 કરતાં ઓછું મળે છે. કારણ આપી સમજાવો.**

➠ દ્રાવણની સાંદ્રતા 10^{-8} મોલ dm^{-3} હોય તો દ્રાવણ અતિમંદ છે તેમ ગણાય. આથી દ્રાવણના પાણીમાંથી પ્રાપ્ત H_3O^+ની સાંદ્રતાને અવગણી શકાય નહિ.

∴ [H_3O^+]ની કુલ સાંદ્રતા = $10^{-8} + 10^{-7}$ M થાય.

➠ આમ, કુલ H_3O^+ સાંદ્રતાના આધારે pH મૂલ્ય ગણી શકાય. આ દ્રાવણનું pH મૂલ્ય 7ની નજીક આવશે જે 7.0 કરતાં ઓછું હશે કારણ કે દ્રાવણ ઍસિડિક ગુણધર્મ ધરાવે છે.

➠ ગણતરી ઉપરથી પ્રાપ્ત થયેલ મૂલ્ય (10^{-8} મોલ dm^{-3}) સાંદ્રતા માટે pH = 6.96 જેટલું મળે છે.

9. 0.08 મોલ dm^{-3} ધરાવતા HOCl એસિડનું pH મૂલ્ય 2.85 છે. આયનીકરણ અચળાંકનું મૂલ્ય ગણો.

➠ HOClનું pH મૂલ્ય – 2.85

પરંતુ – pH = log [H^+]

– 2.85 = log [H^+]

દા.ત., 3.15 = log [H^+]

અથવા [H^+] = 1.413×10^{-3}

નિર્બળ મોનોબેઝિક એસિડ માટે [H^+] = $\sqrt{K_a - C}$

$$\therefore K_a = \frac{[H^+]^2}{C} = \frac{[1.413 \times 10^{-3}]}{0.08}$$

$$= 24.957 \times 10^{-6}$$

$$= 2.4957 \times 10^{-5}$$

10. પ્રબળ એસિડનું pH મૂલ્ય 5.0 છે. આ દ્રાવણનું 100 ગણું મંદન કરતાં પ્રાપ્ત થયેલા દ્રાવણનું pH મૂલ્ય કેટલું હશે ?

➠ pH = 5

[H^+] = 10^{-5} mol L^{-1}

દ્રાવણને 100 ગણું મંદ કરતાં

[H^+] = $\frac{10^{-5}}{100} = 10^{-7}$ મોલ L^{-1}

pH = – log [H^+] સમીકરણનો ઉપયોગ કરતાં,

pHનું મૂલ્ય 7.0 મળે છે જે શક્ય નથી. જે દર્શાવે છે કે દ્રાવણ અતિમંદ છે.

∴ H^+ની કુલ સાંદ્રતા = H^+ (એસિડના) + H^+ (પાણીના)

∴ H^+ = $10^{-7} + 10^{-7} = 2.0 \times 10^{-7}$ M

હવે, pH = – log [H^+]

= – log [2.0×10^7]

= 7 – 0.3010 = 6.699 ≈ 6.7

11. જ્યારે દ્રાવણમાં રહેલા આયનોના સાંદ્રતાના ગુણાકારનું મૂલ્ય તેના દ્રાવ્યતા ગુણાકાર (K_{sp}) કરતાં વધુ થાય ત્યારે અલ્પદ્રાવ્ય ક્ષારનું અવક્ષેપન થાય છે. જો $BaSO_4$ની પાણીમાં દ્રાવ્યતા 8.0×10^{-4} mol dm^{-3} હોય તો 0.01 mol dm^{-3} H_2SO_4ની દ્રાવ્યતા ગણો.

➠ $BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$

∴ $BaSO_4$ના K_{sp}નું મૂલ્ય = $[Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = S \times S \times S^2$

S = 8.0×10^{-4} મોલ dm^{-3}

$K_{sp} = (8.0 \times 10^{-4})^2 = 64 \times 10^{-8}$

0.01 M H_2SO_4ની હાજરીમાં,

∴ K_{sp} = (S + S + 0.01)

= 64×10^{-8} = (S) (S + 0.01)

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\ [SO_4^{-2}]$

(0.01M H_2SO_4માંથી 0.01M SO_4^{-2} આયન મળે છે.

$\therefore\ S^2 + 0.01s - 64 \times 10^{-8} = 0$

હવે, $S = \dfrac{-0.01 \pm \sqrt{(0.01)^2 + (4 \times 64 \times 10^{-8})}}{2}$

$= \dfrac{-0.01 \pm \sqrt{10^{-4} + (256 \times 10^{-8})}}{2}$

$= \dfrac{-0.01 \pm \sqrt{10^{-4}(1 + 256 \times 10^{-4})}}{2}$

$= \dfrac{-0.01 \pm 10^{-2}\sqrt{1 + 0.0256}}{2}$

$= \dfrac{10^{-2}[\pm 1.012719]}{2}$

$= 5.0 \times 10^{-3}\ (-1 + 1.012719)$

$= 6.4 \times 10^{-5}$ mol dm^3

નોંધ : S < < < 0.01

$\therefore$ S + 0.01 = 0.01 અને 64×10^{-8}

$= S \times 0.01$

$\therefore\ S = \dfrac{64 \times 10^{-8}}{0.01} = 6.4 \times 10^{-5}$

12. એક મિશ્ર દ્રાવણમાં સમાન કદ ધરાવતા બે દ્રાવણો A અને B ભેગા કરવામાં આવ્યા છે. બન્ને દ્રાવણો પ્રબળ ઍસિડનો ગુણધર્મ ધરાવે છે. જેમાં દ્રાવણ (A)નું pH મૂલ્ય 6 અને Bનું pH મૂલ્ય 4.0 છે. મિશ્ર દ્રાવણનું pH મૂલ્ય ગણો.

➠ દ્રાવણ Aનું pH મૂલ્ય = 6 $\therefore\ H^+ = 10^{-6}$ મોલ L^{-1} છે.

➠ દ્રાવણ Bનું pH મૂલ્ય = 4 $\therefore\ H^+ = 10^{-4}$ મોલ L^{-1}

બંને દ્રાવણોને સરખા પ્રમાણમાં (1 લિટર) લઈ ભેગા કરતાં H^+ સાંદ્રતામાં અડધો ઘટાડો થાય છે.

$\therefore\ [H^+] = \dfrac{10^{-6} + 10^{-4}}{2}$ = મોલ L^{-1}

$\therefore\ [H^+] = \dfrac{1.01 \times 10^{-4}}{2} = 5.05 \times 10^{-5}$ mol L^{-1}

$[H^+] = 5.0 \times 10^{-5}$ મોલ L^{-1}

હવે, pH = $-\log [H^+]$

pH = $-\log [5.0 \times 10^{-5}]$

$\therefore$ pH = $-[\bar{5}\cdot 6990] = -[-4.3]$

$\therefore$ pH 4.3 એટલે કે મિશ્ર દ્રાવણનું pH મૂલ્ય 4.3 થશે.

13. $Al(OH)_3$ ક્ષારના દ્રાવ્યતા ગુણાકાર (K_{sp}) = 2.7×10^{-11} છે. ગ્રામ પ્રતિલિટરમાં તેની દ્રાવ્યતા ગણો. તેમજ દ્રાવણનું pH મૂલ્ય ગણો. (Alનું પરમાણ્વીય દળ = 27 u) છે.

➠ Al(OH)ની દ્રાવ્યતા S છે.

$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{+3}_{(aq)} + 3\ OH^-_{(aq)}$

1	0	0
(1 − S)	(S)	(S)

સ્પિસીઝની સાંદ્રતા શૂન્ય છે.

➠ સંતુલિત સ્થિતિએ સ્પિસીઝની સાંદ્રતા

$K_{sp} = [Al^{+3}]\ [OH^-]^3 = (S)\ (3S)^3 = 27\ S^4$

$\therefore S^4 = \frac{K_{sp}}{27} = \frac{2.7 \times 10^{-11}}{27} = 1.0 \times 10^{-12}$

$\therefore$ S = 1.0×10^{-3} મોલ લિ$^{-1}$

(i) $Al(OH)_3$ની દ્રાવ્યતા

$Al(OH)_3$નું આણ્વીય દળ = 78 ગ્રામ

$Al(OH)_3$ની ગ્રામ લિ$^{-1}$માં દ્રાવ્યતા

= $1.0 \times 10^{-3} \times 78$ ગ્રા.લિ$^{-1}$

= 78×10^{-2} ગ્રા.લિ$^{-1}$ થાય.

(ii) pHની ગણતરી

$\therefore$ S = 1.0×10^{-3} મોલ લિ$^{-1}$

$[OH^-] = 3S = 3 \times 1.0 \times 10^{-3} = 3.0 \times 10^{-3}$

pH = – log $[OH^-]$

= – log $[3.0 \times 10^{-3}]$

= – $[\bar{3}.4771]$

= + 3 – 0.4771

pOH = 2.5229

પરંતુ pH + pOH = 14

$\therefore$ pH = 14 – pOH = 14 – 2.5229

$\therefore$ pH = 11.4771

14. 0.1 ગ્રામ લેડ (II) ક્લોરાઇડનું સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવા પાણીનું કેટલું કદ જરૂરી બનશે ? ($K_{sp} \cdot PbCl_2 = 3.2 \times 10^{-8}$, Pbનું પરમાણ્વીય દળ = 207 u)

➠ ધારો કે $PbCl_2$ની અથવા S મોલ લિ$^{-1}$ છે.

$PbCl_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$

(1 – S) (S) (2S)

$K_{sp} = [Pb^{+2}]\ [Cl^-]^2$

$\therefore K_{sp} = [S]\ [2S]^2 = 4S^3$

$32 \times 10^{-8} = 4S^3$

$\therefore S^3 = \frac{3.2 \times 10^{-8}}{4} = 0.8 \times 10^{-8}$

$\therefore S^3 = 8.0 \times 10^{-9}$

$PbCl_2$ની દ્રાવ્યતા $PbCl_2$, S = 2.0×10^{-3} મોલ લિ$^{-1}$

$PbCl_2$ની દ્રાવ્યતા (ગ્રામ લિટર$^{-1}$માં) = $278 \times 2 \times 10^{-3}$

= 0.556 ગ્રામ લિ$^{-1}$

($PbCl_2$નું આણ્વીય દળ = 278)

0.556 ગ્રામ $PbCl_2$ એક (1) લિટર પાણીમાં ઓગાળે તો

0.1 ગ્રામ $PbCl_2$ને ઓગાળવા $\frac{1 \times 0.1}{0.556}$ = 0.1798 લિટર પાણી જોઈએ.

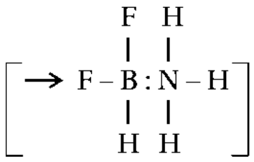
એટલે કે $PbCl_2$નું સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવા માટે 0.1 ગ્રામ $PbCl_2$ને 0.1798 લિટર એટલે કે 0.2 લિટર પાણીમાં ઓગાળવો પડશે.

15. **$:NH_3$ અને BF_3 વચ્ચેનું પ્રક્રિયા સમીકરણ નીચે આપેલ છે :**
$:NH_3 + BF_3 \rightarrow H_3N : BF_3$ આ પ્રક્રિયામાં ઍસિડ અને બેઇઝને અલગ પાડી ઓળખી બતાવો. આ માટે તમે કયા સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરશો ? પ્રક્રિયકોમાં B અને Nનું સંકરણ કયું છે ?

➠ BF_3 પ્રોટોન ધરાવતો નથી તેમ છતાં લુઇસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. કારણ કે તે ઇલેક્ટ્રૉનગ્રાહી સંયોજન છે. NH_3માંથી $\left(:\overset{1}{\underset{1}{N}}-\right)^3$ પાસેનું ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ લઈને BF_3 સાથે સંયોજન બનાવે છે અને ઇલેક્ટ્રૉન અષ્ટક પૂર્ણ કરે છે.

પ્રક્રિયા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

$BF_3 + :NH_3 \rightarrow BF_3 \leftarrow NH_3$

➠ અહીં N ઇલેક્ટ્રૉન દાતા  છે અને BF_3 ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારક છે.

લુઇસના ઍસિડ અને બેઇઝના ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમયના સિદ્ધાંત આ ઉદાહરણ ઉપરથી સમજી શકાય છે. BF_3માં sp^2 સંકરણ છે અને NH_3માં N, sp^3 સંકરણ બતાવે છે.

16. **$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ પ્રક્રિયા માટે નીચેની માહિતી આપવામાં આવી છે.**

$\Delta_f H^\ominus$ $(CaO_{(s)}) = -635.1$ kJ મોલ$^{-1}$

$\Delta_f H^\ominus$ $(CO_{2(g)}) = -393.5$ kJ મોલ$^{-1}$

$\Delta_f H^\ominus$ $(CaCO_{3(s)}) = -1206.9$ kJ મોલ$^{-1}$

ઉપરની પ્રક્રિયા માટે તાપમાનના વધારાની અસર સંતુલન અચળાંક ઉપર શી થશે ?

➠ આપેલ $\Delta_f H^\ominus$ $(CaO_{3(s)}) = -635.1$ kJ મોલ$^{-1}$

$\Delta_f H^\ominus = (CO_{2(g)}) = -393.5$ kJ મોલ$^{-1}$

$\Delta_f H^\ominus = (CaCO_{3(s)}) = -1206.9$ kJ મોલ$^{-1}$

પ્રક્રિયા : $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$\Delta_f H^\ominus = \Delta_f H^\ominus (CaO_{(s)}) + \Delta_f H^\ominus [CO_{2(g)}] - \Delta_f H^\ominus [CaCO_{3(s)}]$

$\therefore \Delta_f H^\ominus = -635.1 + (-393.5) - (-1206.9)$

$= 178.3$ kJ મોલ$^{-1}$

➠ ΔHનું મૂલ્ય (+) છે. આથી પ્રક્રિયા ઉષ્માશોષક છે. લ-શૅટેલિયરના સિદ્ધાંત મુજબ તાપમાનમાં વધારો થતાં પ્રક્રિયા પુરોગામી દિશામાં આગળ વધશે. આથી સંતુલન અચળાંકનું મૂલ્ય વધશે.