

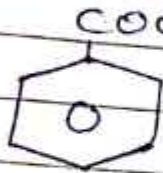
CC CH - 504
Structural and analytical
Chemistry

UNIT - III

Acid - Base Titration

Dr. Z. M. Gadhwala

$CH_3COOH \rightarrow$ अम्लित अम्ल (विनीगा) (सामान्य अम्ल)
(निर्जल अम्ल)



\rightarrow बेंजोइक अम्ल
(निर्जल अम्ल)

$HCl \rightarrow$ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
(प्रबल अम्ल)

$H_2SO_4 \rightarrow$ सल्फ्यूरिक अम्ल
(प्रबल अम्ल) (अम्लानो शक्ति)

$HNO_3 \rightarrow$ नाइट्रिक अम्ल
(प्रबल अम्ल)

$NaOH \rightarrow$ सोडियम हाइड्रॉक्साइड (डोस्टीक सोडा)
(प्रबल क्षेपक)
उपयोग: साबु, डिटरजेंट बनाना

$KOH \rightarrow$ पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड (पोटाश)
(प्रबल क्षेपक)

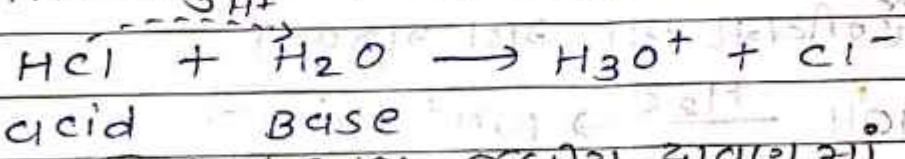
$Na_2CO_3 \rightarrow$ सोडियम कार्बोनेट (धावना सोडा)
(निर्जल क्षेपक)

$NaHCO_3 \rightarrow$ सोडियम बायकार्बोनेट (धावना सोडा)
(निर्जल क्षेपक)

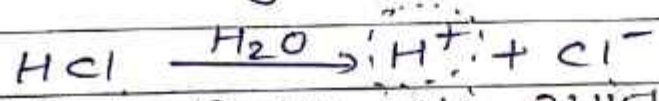
$NaOH \rightarrow$ सोडियम अम्ल

* એસિડની વ્યાખ્યા

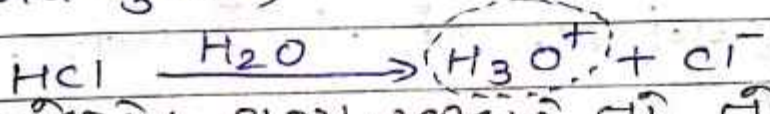
- તુરાને લાલ બનાવી. (લિટમસ ટેસ્ટ)
- ખાટા હોય (સ્વાદ)
- pH < 7
- pOH > 7
- પ્રોટીનનું દાન કરે (બ્રોન્સ્ટેડ-લોરી થીયરી)



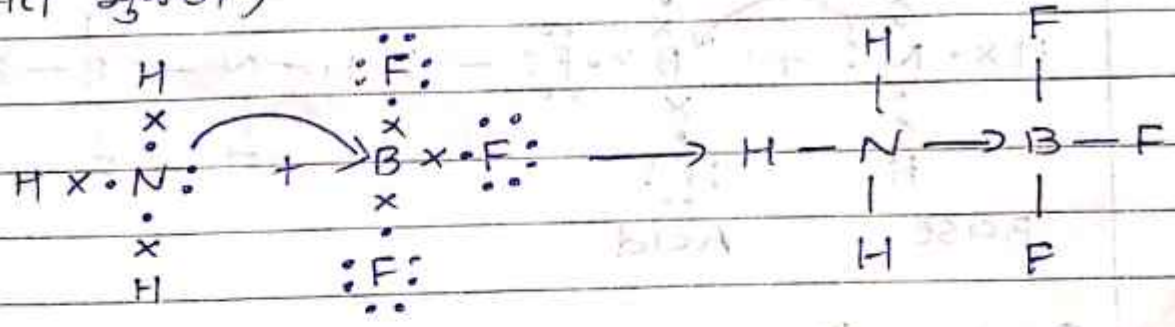
- H+ ઉત્પન્ન થાય જલીય દ્રાવણમાં (આઈનિયસ ના ભત મુજબ)



- દ્રાવણનું ઘનાયનમાં રૂપાંતર થાય (ફોક્લીનના ભત મુજબ)



- ઇલેક્ટ્રોન યુગ્મ સ્વીકારે તો તે Acid (લૂઈસના ભત મુજબ)

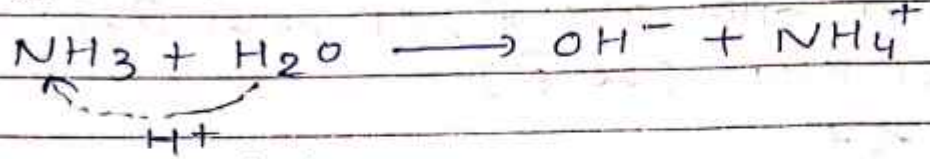


Acid

* બેઝિકની વ્યાખ્યા

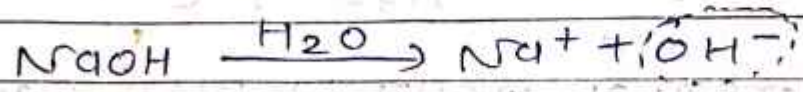
- લાલને તુરુ બનાવી. (લિટમસ ટેસ્ટ)
- તુરા હોય (સ્વાદ)

- $p^{OH} < 7$
- પ્રોટીન ની સ્વીકાર કરે. (બ્રીન્સ્ટેડ- લોરી થીયરી)

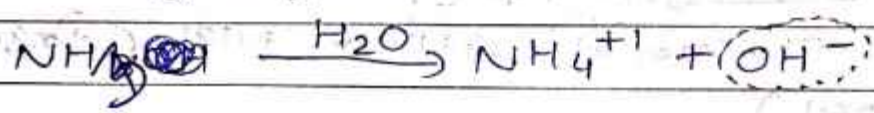


Base Acid.

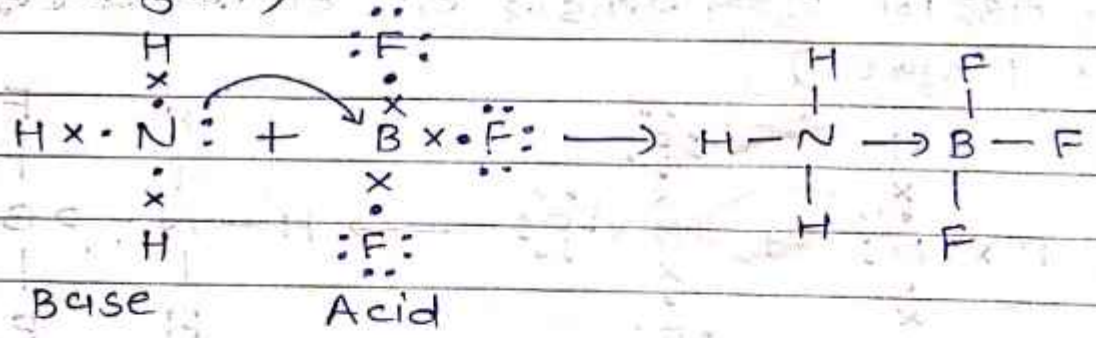
- જલીય દ્રાવણમાં OH^- આયન ઉત્પન્ન કરે. (આર્હેનીયસ ના મત મુજબ)



- દ્રાવકનું પ્રકલન આયનમાં રૂપાંતર થાય. (ફ્રેન્ડલીનના મત મુજબ)



- ઈલેક્ટ્રોન ચુકમનું દાન કરે તો તે બેસિક. (લૂઈસના મત મુજબ)



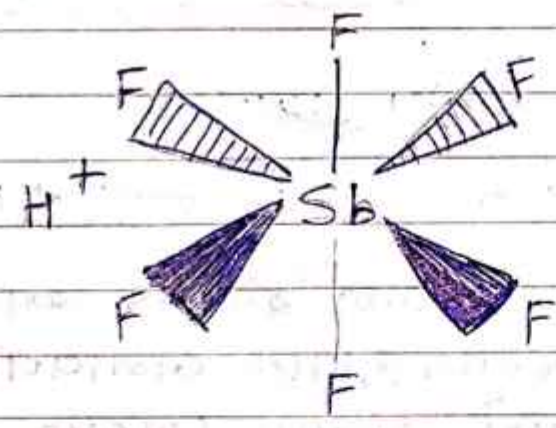
જો પ્રદાર્થને દ્રાવક (પાણીમાં) માં આગળતા સંપૂર્ણ આયનીકરણ થાય તો તેને પ્રબળ કહે છે. એટલે કે એસિડ કે બેઈકનું પાણીમાં આગળતા સંપૂર્ણ આયનીકરણ થાય તો તે એસિડ કે બેઈકનું પ્રબળ એસિડ કે પ્રબળ બેઈક કહે છે. પ્રબળ એસિડ કે પ્રબળ બેઈકનું જલીય દ્રાવણ વિદ્યુત પ્રવાહનું 100% વહન કરે છે.

→ જે પદાર્થને પાણીમાં આગળતા અંશત : આયનીકરણ થાય તો તેને નિર્બળ કહે છે.

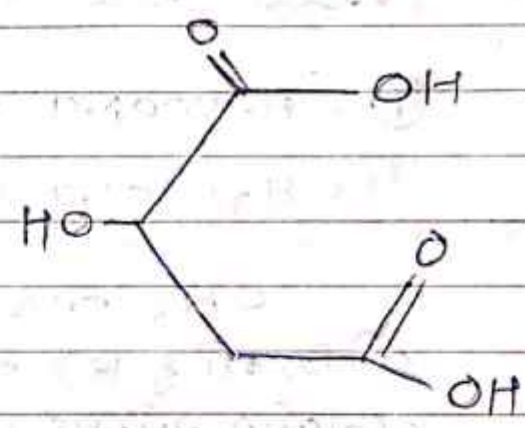
અર્થ : એસિડ કે બેઈકનું પાણીમાં આગળતા અંશત : આયનીકરણ થાય તો તે એસિડ કે બેઈકનું નિર્બળ એસિડ કે નિર્બળ બેઈક કહે છે. નિર્બળ એસિડ કે નિર્બળ બેઈકનું જ્વાલ્ય દ્વારા વિદ્યુત પ્રવાહનું આહુ પહન કહે છે.

→ પીટીશિયમીયરનો ઉપયોગ કરીને વગર માપી નક્કી કરી શકાય.

→ પ્રબળમાં પ્રબળમાં પ્રબળ એસિડને ડાયપર વર્ણવે છે અને મીલાવતી કોઈ પણ એસિડમાં દ્વાવ્ય નથા. જો કોઈ એસિડમાં દ્વાવ્ય હોય તો તેને Magic વર્ણવે છે.



[Super acid]



[Magic acid]

Molecular Formula : $C_4H_6O_5$

Average mass : 134.087 Da

Monoisotopic mass : 134.021530 Da

Name :- (±)-1-Hydroxy-1,2-ethanedicarboxylic Acid.

OR

* Super acid

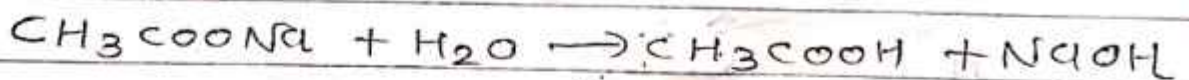
$H_2SO_4 + HSO_3F =$ નું ગિગાગ્રામ મૂળ સ્પૅસિડ ની પ્રબળતા કરતાં વધારા સ્પૅસિડ ની પ્રબળતા લાખ ગાળા હોય છે.

* Magic Acid

$SbF_5 + HSO_3F =$ નું ગિગાગ્રામ મીગાને સ્પૅસિડ

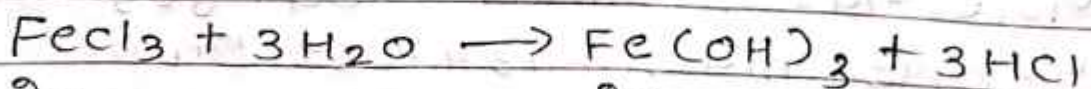
Ques:- કારના જલીય દ્રાવણ સ્પૅસિડ કે બૅકક :-

① CH_3COONa નું જલીય દ્રાવણ



CH_3COONa (નિર્બળ સ્પૅસિડ અને પ્રબળ બૅકક નો કાર) નું જલીય દ્રાવણ બનાવતા CH_3COOH (નિર્બળ સ્પૅસિડ) અને $NaOH$ (પ્રબળ બૅકક) ઉત્પન્ન થાય છે. માટે જલીય દ્રાવણ બૅકક હશે.

② $FeCl_3$ નું જલીય દ્રાવણ



ફીરિક

ફીરિક

ક્લોરાઇડ

હાઇડ્રોક્લોરાઇડ

$FeCl_3$ (પ્રબળ ઓક્સિડ અને નિર્બળ બેઈકરની ક્ષાર) નું જલીય દ્રાવણ બનાવતા $Fe(OH)_3$ (નિર્બળ બેઈકર) અને HCl (પ્રબળ ઓક્સિડ) ઉત્પન્ન થાય છે. માટે જલીય દ્રાવણ ઓક્સિડિક હશે.

③ $HCOONH_4$ નું જલીય દ્રાવણ



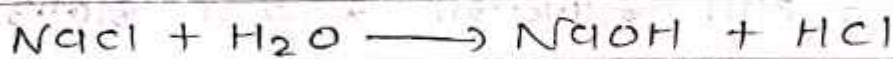
$HCOONH_4$ (નિર્બળ ઓક્સિડ અને નિર્બળ બેઈકરની ક્ષાર) નું જલીય દ્રાવણ બનાવતા $HCOOH$ (નિર્બળ ઓક્સિડ) અને NH_4OH (નિર્બળ બેઈકર) ઉત્પન્ન થાય છે. માટે જલીય દ્રાવણ તટસ્થ હશે.

④ NH_4Cl નું જલીય દ્રાવણ



NH_4Cl (પ્રબળ ઓક્સિડ અને નિર્બળ બેઈકરની ક્ષાર) નું જલીય દ્રાવણ બનાવતા NH_4OH (નિર્બળ બેઈકર) અને HCl (પ્રબળ ઓક્સિડ) ઉત્પન્ન થાય છે. માટે જલીય દ્રાવણ ઓક્સિડિક હશે.

⑤ NCl_3 નું જલીય દ્રાવણ :



NCl_3 (પ્રબળ ઓક્સિડ અને પ્રબળ બેઈકરની ક્ષાર) નું જલીય દ્રાવણ બનાવતા $NHOH$ (પ્રબળ બેઈકર) અને HCl (પ્રબળ ઓક્સિડ) ઉત્પન્ન થાય છે. માટે જલીય દ્રાવણ તટસ્થ હશે.

* pH

pH ની સૌપ્રથમ શોધ સ્વૈરેન્સને કરી.
pH ક્યારેય ઋણ ના હોય.
pH 0 થી 14 સુધી હોય.

* ડ્યુરેટમાં રહેલ દ્વાવણને ટાંજવન્ટ (અનુમાપક) કહે છે.
પિપેટમાંથી કોનીકલ ફ્લાસ્કમાં લીધેલ દ્વાવણને Alkalate (અનુમાપિત) કહે છે.

* ફિનોલ્ફોલેન અને મિથાઈલ ર્પીરેન્જ
(Ph) (Me-O)

ફિનોલ્ફોલેન અને મિથાઈલ ર્પીરેન્જ સૂચક તરીકે એસિડ-બેઈક અનુમાપન માં વપરાય છે.

ફિનોલ્ફોલેન (Ph) Weak Acid છે.
મિથાઈલ ર્પીરેન્જ (Me-O) Weak Base છે.

* વ્યાખ્યા:- સૂચક

ગ્રાહક સમયે રંગપરિવર્તન લાવવા, રાસાયણિક પ્રક્રિયાની સંપૂર્ણતાની પરખ માટે દ્વાવણમાં 1 થી 3 ટીંપા નાખવામાં આવે તે કાર્બનિક દ્વાવણ સૂચક કહે છે.

* → (તીરની નિશાની) ની આગળ લખેલ હોય તે દ્વાવણને ડ્યુરેટમાં ભરવામાં આવે છે અને → (તીરની નિશાની) ની પાછળ લખેલ હોય તે દ્વાવણને પિપેટ વડે કોનીકલ ફ્લાસ્ક માં લીધામાં આવે છે.

8 100 ml 0.1 N HCl

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$12 \times V_1 = 0.1 \times 100$$

- * pure HCl ની સમમાત્રતા = 12 N $\therefore V_1 = \frac{0.1 \times 100}{12}$
- pure HNO₃ ની સમમાત્રતા = 16 N
- pure H₂SO₄ ની સમમાત્રતા = 36 N $\therefore V_1 = 0.833$ ml

Ques:-
 * 100 ml. 0.1 N HCl ^{water લઈ ની 0.1 N HCl} \rightarrow 0.1 N NaOH ^{ટાઈટ્રેશન બનાવવા} અને જુદા જુદા તબક્કાં પH ની ગણતરી:

0.1 N NaOH નીયે ગુણવ બનાવી શકાતી.

1000 ml 1 N NaOH = 40 gm.

1000 ml. 0.1 N NaOH = 4 gm.

100 ml. 0.1 N NaOH = 0.4 gm.

Reagent: 0.1 N NaOH
 C.F: 100 ml 0.1 N HCl

\therefore 0.4 gm NaOH ની 100 ml માં બનાવવામાં આવેલા બાંધુ ટાઈટ્રેશન 0.1 N NaOH નું બને.

(1) 0.0 ml NaOH ઉમેરતાં,

HCl ની સાંદ્રતા $[H^+] = 0.1 = 1 \times 10^{-1} M$

$\therefore pH = -\log [H^+] = -\log [1 \times 10^{-1}]$

$\log (1 \times 10^{-1}) = -1$

$\therefore pH = 1$

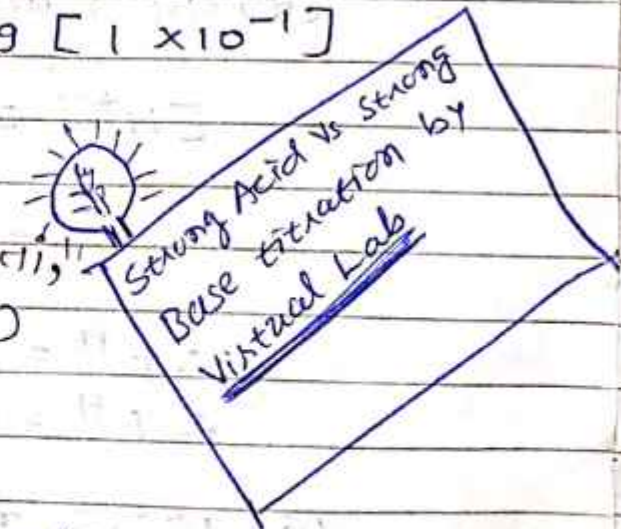
(2) 50.0 ml 0.1 N NaOH ઉમેરતાં,
 (50% તટસ્થીકરણ)

$[H^+] = \frac{(100-50) \times 0.1}{(100+50)}$

$[H^+] = \frac{5}{150} = 3.33 \times 10^{-2} M$

$\therefore pH = -\log (3.33 \times 10^{-2}) = 1.48$

$\therefore pH = 1.48$



(3) 90.0 mL 0.1 N NaOH ઉમેરતાં,

$$[H^+] = \frac{(100-90) \times 0.1}{(100+90)}$$

$$= \frac{10 \times 0.1}{190} = 5.26 \times 10^{-3} M$$

$$\therefore pH = -\log (5.26 \times 10^{-3})$$

$$\therefore pH = 2.28$$

$$\therefore \boxed{pH \approx 2.3}$$

(4) 99.0 mL 0.1 N NaOH ઉમેરતાં,

$$[H^+] = \frac{(100-99) \times 0.1}{100+99}$$

$$= \frac{0.1}{199} = 5.0 \times 10^{-4} M$$

$$\therefore pH = -\log (5.0 \times 10^{-4})$$

$$\therefore \boxed{pH = 3.3}$$

(5) 99.9 mL 0.1 N NaOH ઉમેરતાં,

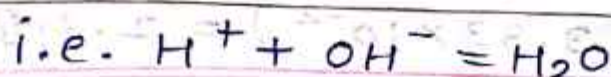
$$[H^+] = \frac{(100-99.9) \times 0.1}{100+99.9}$$

$$= \frac{0.01}{199.9} = 5.0 \times 10^{-5} M$$

$$\therefore pH = -\log (5.0 \times 10^{-5})$$

$$\therefore \boxed{pH = 4.3}$$

(6) 100.0 mL 0.1 N NaOH ઉમેરતાં,
આ બિંદુએ HCl નું સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ થાય
છે. (સમતુલ્ય બિંદુ)





$$\therefore [H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}$$

$$\therefore p^H + p^{OH} = 14.0$$

परंतु समतुल्य बिंदु पर $[H^+] = [OH^-]$

$$\therefore [H^+]^2 = 10^{-14}$$

$$\therefore [H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} M$$

$$\therefore p^H = -\log(1 \times 10^{-7}) = \boxed{7.0}$$

(7) 100.1 mL 0.1 N NaOH उमिरतां,
समतुल्य बिंदु पर संपूर्ण लटस्थीकरण चवाधी
त्यार पछीना NaOH उमिरती वजतले मल नुं डोई
डे मजतु नथा. अटली उमिरल NaOH अमज इलास्क
मां पडी रहे छै.

$\therefore [H^+]$ नी वदले $[OH^-]$ गलवामां आवे छै.
अने $[OH^-]$ परधी $[H^+]$ शोधी शिडाय छै.

$$\therefore [OH^-] = \frac{(100.1 - 100) \times 0.1}{100 + 100.1} = \frac{0.01}{200.1}$$

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

$$p^{OH} = -\log [OH^-]$$

$$= -\log(5 \times 10^{-5})$$

$$= 4.3$$

इव,

$$p^H = 14 - p^{OH}$$

$$= 14 - 4.3$$

$$\boxed{p^H = 9.7}$$

(8) 101 mL 0.1 N NaOH उमिरतां,
NaOH वधारे दीवाध,

$$\therefore [\text{OH}^-] = \frac{(101-100)0.1}{(100+101)} = \frac{1 \times 0.1}{201} = 5 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\therefore \text{pOH} = -\log(5 \times 10^{-4}) = 3.3$$

$$\therefore \text{pH} = 14 - 3.3$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 10.7}$$

(9) 110 mL 0.1 N NaOH ઉમેરતાં, NaOH વધારે હોવાથી,

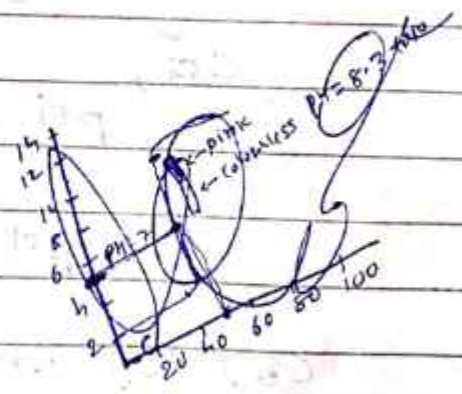
$$\therefore [\text{OH}^-] = \frac{(110-100) \times 0.1}{100+110} = \frac{1}{210} = 4.8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\therefore \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(4.8 \times 10^{-3}) = 2.32$$

$$\therefore \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2.32$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 11.7}$$

NaOH નું ઉમેરેલ કદ (ml)	pH
0.0	1
50.0	1.48
90.0	2.3
99.0	3.3
99.9	4.3
100.0	7.0
100.1	9.7
101	10.7



अम्लव्यतिकर पदार्थ	सूत्र $HCl + NaCl$	शुद्धि युक्तपदार्थ नहीं है
अम्लव्यतिकर	$NaCl + H_2O$	शुद्धि से प्राप्त नहीं है
अम्लव्यतिकर पदार्थ	$NaOH + NaCl$	युक्तपदार्थ " "

110

11.7

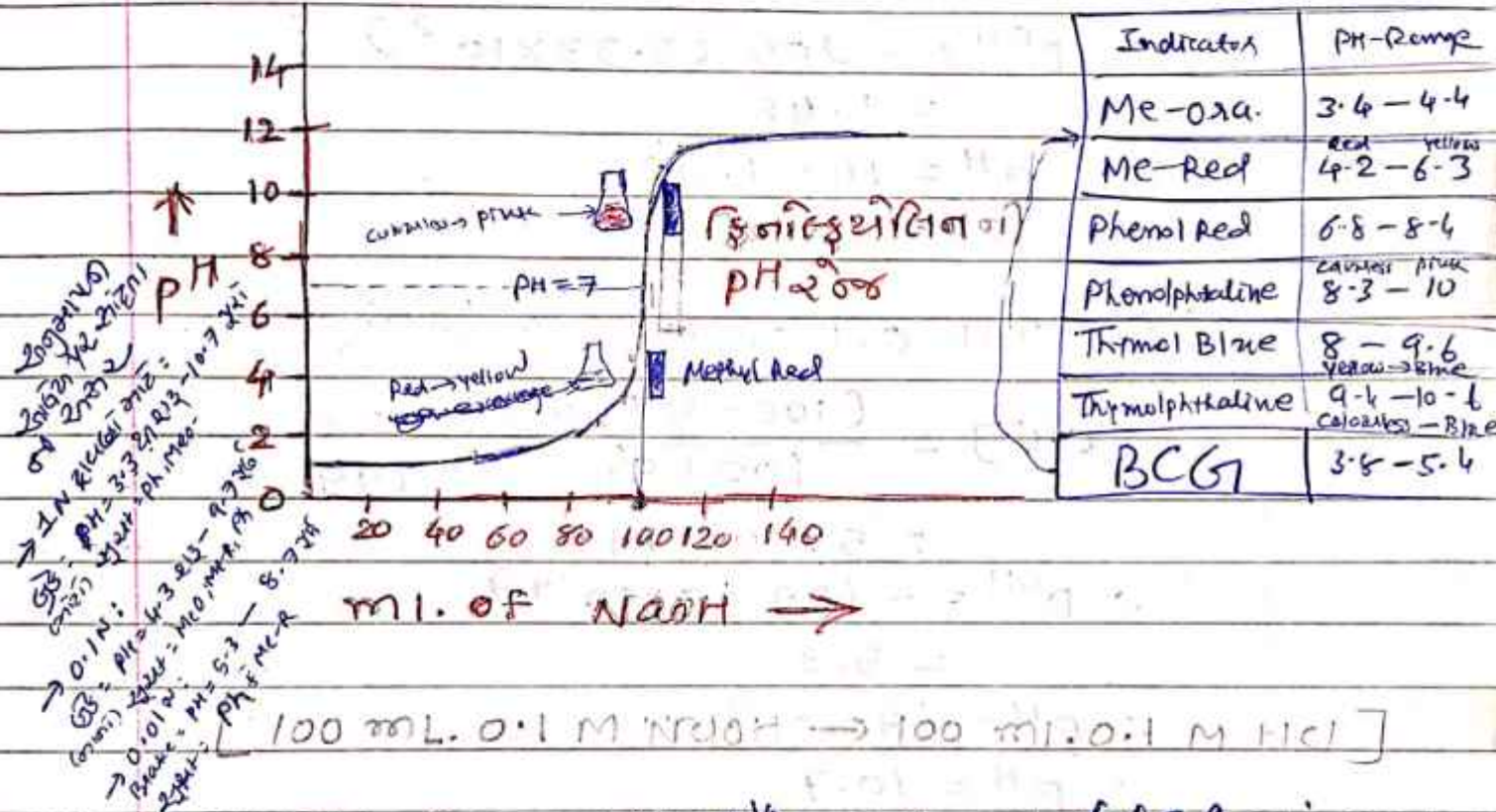
orange-yellow
Me-Red

OR

colorless to pink
Phenolphthalein

आलेखनी के PH का 4.3 या 10.7 रेंज
मां मजि छै. आ रेंजमां रंगपरिवर्तन दशावला
सूचक इन्डोल्फथेलीन सूचकनी उपयोग चारा छै.

अनुमापन आलेख:-



Handwritten notes on the left side of the graph:
 - 1N HCl का 100 ml का उपयोग करके 100 ml का 0.1N NaOH तैयार करें।
 - 0.1N HCl का pH = 1.0 है।
 - 0.1N NaOH का pH = 13.0 है।
 - 0.01N HCl का pH = 2.0 है।
 - 0.01N NaOH का pH = 12.0 है।
 - 0.001N HCl का pH = 3.0 है।
 - 0.001N NaOH का pH = 11.0 है।

Que:- 100 ml. 0.1 N NaOH vs 0.1 N HCl का अनुमापन

HCl अनुमापक तरीके कार्य करे छै.

बुलारकमां 100 ग्रा NaOH नुं ड्रावला डोवाधी OH
आयन नी सांडेला मजरी, अने ती परधी PHनी
गणतरी करी शकय.

(1) 0.0 N HCl (उमेरतां,

$$[OH^-] = 0.1 N = 1 \times 10^{-1}$$

$$\therefore pOH = -\log (1 \times 10^{-1}) = 1.0$$

Burette: 0.1M HCl
Pipette: 10ml 0.1M NaOH

$$\therefore p^H = 14 - p^{OH} = 14 - 1$$

$$\therefore \boxed{p^H = 13.0}$$

(2) 50.0 ml 0.1 N HCl ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(100 - 50) \times 0.1}{(100 + 50)}$$

$$= 3.33 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$p^{OH} = -\log (3.33 \times 10^{-2})$$

$$= 1.48$$

$$\therefore p^H = 14 - 1.48$$

$$\therefore \boxed{p^H = 12.52}$$

(3) 99 ml 0.1 N HCl ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(100 - 99) \times 0.1}{100 + 99} = \frac{0.1}{199}$$

$$= 5 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\therefore p^{OH} = -\log (5 \times 10^{-4})$$

$$= 3.3$$

$$\therefore p^H = 14 - 3.3$$

$$\therefore \boxed{p^H = 10.7}$$

(4) 99.9 ml 0.1 N HCl ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(100 - 99.9) \times 0.1}{100 + 99.9} = \frac{0.01}{199.9}$$

$$= 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

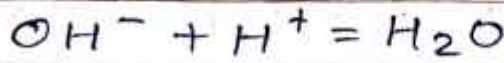
$$\therefore p^{OH} = -\log (5 \times 10^{-5})$$

$$= 4.3$$

$$\therefore p^H = 14 - 4.3$$

$$\therefore \boxed{p^H = 9.7}$$

(5) 100 ml 0.1 N HCl ઉમેરતાં,
(સમતુલ્ય બિંદુએ)



બેઈક નું બેસિક વડે સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ થતાં પાણી બને છે. આ બિંદુએ $[H^+] = [OH^-]$ થશે. કારણ કે HCl અને NaOH ના પ્રમાણ સરખાં છે.

$$\therefore [H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}$$

$$\therefore [H^+]^2 = 10^{-14}$$

$$\therefore [H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ M}$$

$$\therefore pH = -\log(1 \times 10^{-7}) = 7.0$$

(6) 100.1 ml HCl ઉમેરતાં,
NaOH નું સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ થયા બાદ HCl નું પ્રમાણ ફાવણમાં વધશે. આથી સીધી જ H^+ સાબ્યતા મળશે.

$$\therefore [H^+] = \frac{(100.1 - 100) \times 0.1}{200.1} = 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\therefore pH = -\log(5 \times 10^{-5})$$

$$\therefore pH = 4.3$$

(7) 101 ml HCl ઉમેરતાં,

$$\therefore [H^+] = \frac{(101 - 100) \times 0.1}{(101 + 100)} = \frac{0.1}{201}$$

$$= 5.0 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\therefore pH = -\log(5.0 \times 10^{-4})$$

$$\therefore \text{pH} = 3.3$$

(8) 110 ml 0.1 N HCl ઉમેરતાં,

$$[\text{H}^+] = \frac{(110 - 100) \times 0.1}{(100 + 110)} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log(5 \times 10^{-3})$$

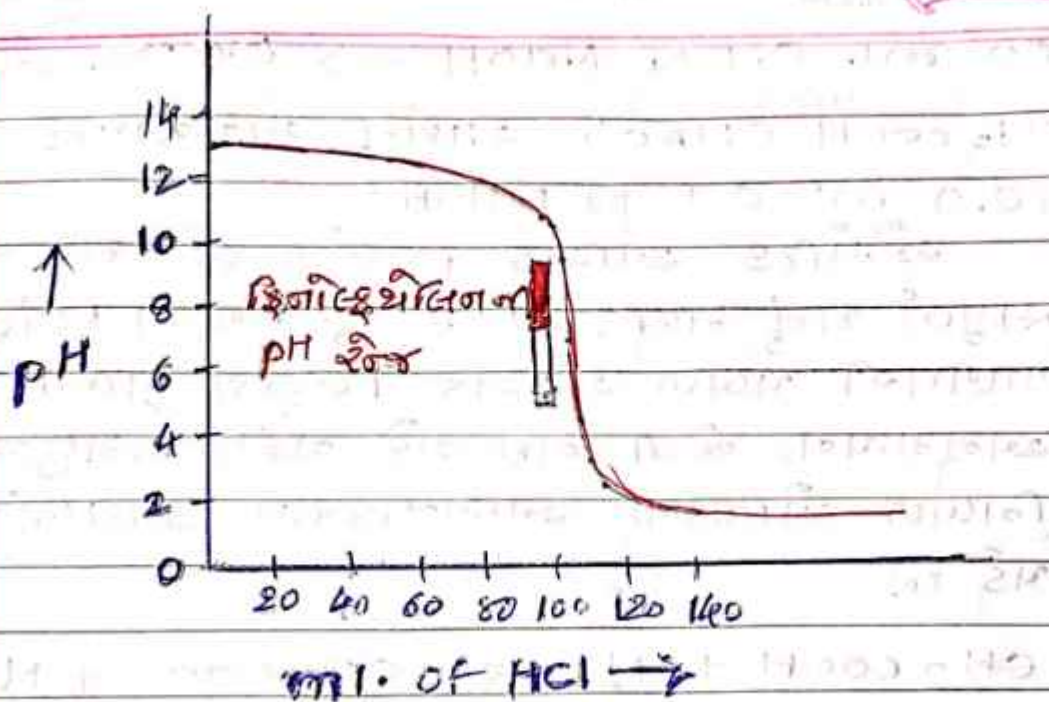
$$\therefore \text{pH} = 2.3$$

HCl નું ઉમેરેલ કદ (ml)	pH
0.0	13.0
50	12.52
99	10.7
99.9	9.7
100	7.0
100.1	4.3
101	3.3
110	2.3

આલેખની બ્રીક પી ના 4.3 થી 9.7 ન રેન્જમાં મળે છે. આ રેન્જમાં રંગ પરિવર્તન દર્શાવતી સૂચક ડ્રિનોલ્ફથોલિન છે. માટે આ અનુમાપનમાં સૂચક તરીકે ડ્રિનોલ્ફથોલિનની ઉપયોગ થાય છે.

અનુમાપન આલેખ:

$$0.5 = \frac{(100 + 101) \times 10^{-3} \times 0.2}{(10^{-3} \times 0.2) \times 101} = 119$$



[100 ml 0.1 N HCl \rightarrow 0.1 M NaOH]

Que:- Note:- निर्बल एसिड के लैक नी pH डायरेक्ट गलाय नहीं परंतु लीने $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_0}$ द्वारा शीघ्र pH गलाय.

ज्यां, $[H_3O^+] =$ आयनीकरण द्वारा उत्पन्न होता H_3O^+ नी सांद्रता

$K_a =$ आयथयुत रही जतां CH_3COOH नी आयनीकरण आयतांड

$C_0 =$ ओरिगिनल concentration

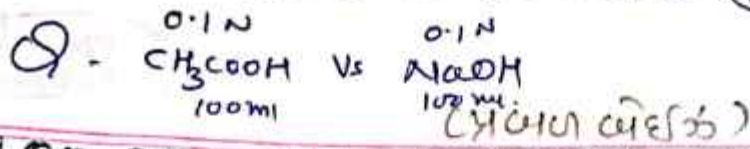
Note:- $C_0 =$ ओरिगिनल concentration

$C_0 =$ डीबालर भरेल

$CO =$ डीबर्न मीनोडसाएड OR

लिंगेड लरीके होय ली डीबॉमल

निर्जल अम्ल vs प्रबल क्षारीय में अनुमापन



Que:-

100 ml. 0.1 N NaOH \rightarrow 100 ml. 0.1 N
 (निर्जल अम्ल)
 CH_3COOH (HAc) साधेनु अनुमापन

(1) 0.0 ml 0.1 N NaOH:

अम्ल अम्ल निर्जल होवाची आथनीकर
 संपूर्ण चतुं नथी. आची जुदा जुदा बिंदुये pH
 गणतरी प्रबल अम्ल विरुद्ध प्रबल क्षारीय
 अनुमापन जेवा चढ शडे गरी. समतुल्य बिंदुये
 निर्जल अम्लना आथनीकरणा अचलांडनी नसु
 पडी छी.



$$\therefore K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$\therefore K \times [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

H_2O (चाली) नी सांद्रता अचल लेतां,

$$\therefore K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

इसे संयोजन

$$\therefore [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\therefore K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_0}$$

$$\therefore K_a \times C_0 = [\text{H}_3\text{O}^+]^2$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times C_0} \text{ चाय.}$$

Note:- दुबलानी सांद्रता आधी लेम pH वधु
 दुबलानी सांद्रता वधु लेम pH आधी.

$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_0}$$

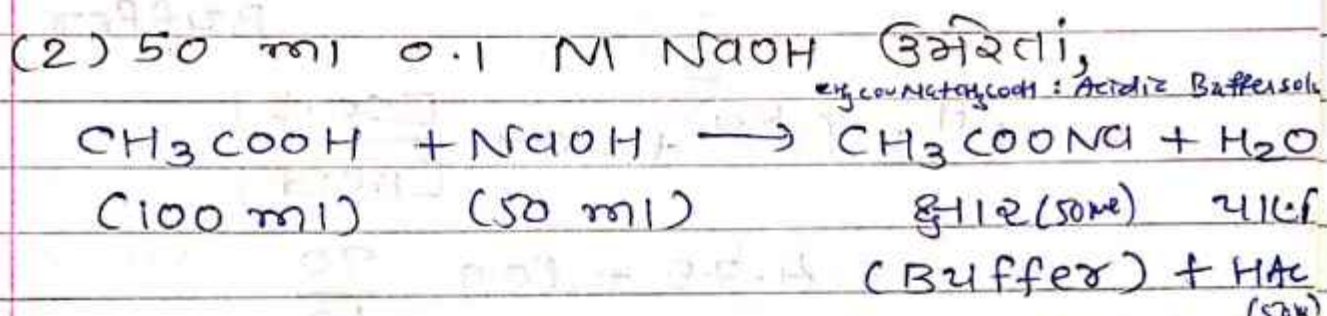
$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.1}$$

$$\therefore [H_3O^+] = 1.32 \times 10^{-3} \text{ M } \underline{\text{OR}} \text{ N}$$

इसलिए, $pH = -\log [H_3O^+]$

$$\therefore pH = -\log [1.32 \times 10^{-3}]$$

$$\therefore \boxed{pH = 2.88}$$



Note:- अम्ल-बुफरिंग सोल्यूशन डी रीमां अम्लिस डी अम्लिक डीमिरीवा छला यल लेनी pH डी pOH अहलाली न डीय ती लेया solution नी Buffer solution डी छी.

→ अम्ल-बुफरिंग नी pH गहलवाकडे डीमिरीसन डीमिरीसलनीस समी. अम्ल-बुफरिंग छे.

Henderson-Hasselbalch equation:

$$pH = pK_a + \log \frac{[Salt]}{[Acid]}$$

Where,

$$K_a = 1.75 \times 10^{-5}$$

$$\therefore pK_a = -\log [1.75 \times 10^{-5}]$$

$$\therefore pK_a = 4.75$$

$$pH = 4.75 + \log \frac{50 \leftarrow \text{CH}_3\text{COONa} \text{ 50 ml}}{50 \leftarrow \text{CH}_3\text{COOH} \text{ 50 ml}}$$

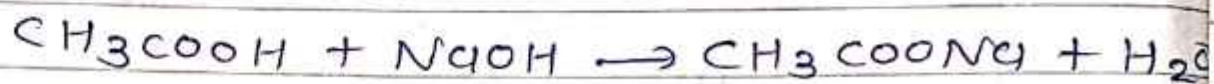
$$= 4.75 + \log 1$$

$$= 4.75 + 0$$

$$\therefore \boxed{pH = 4.75 = pK_a} \quad \text{Midpoint}$$

(सूयक तियाधल र्द)

(3) 90 ml 0.1 M NaOH उमरलां,



Buffer

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$= 4.75 + \log \frac{90 \leftarrow \text{CH}_3\text{COONa} \text{ 90 ml}}{10 \leftarrow \text{CH}_3\text{COOH} \text{ 10 ml}}$$

$$\therefore \boxed{pH = 5.69}$$

(4) 99 ml 0.1 M NaOH उमरलां,

$$pH = 4.75 + \log \frac{99}{1}$$

$$= 4.75 + \log 99$$

$$\boxed{pH = 6.73}$$

(5) 99.9 ml 0.1 M NaOH उमरलां,

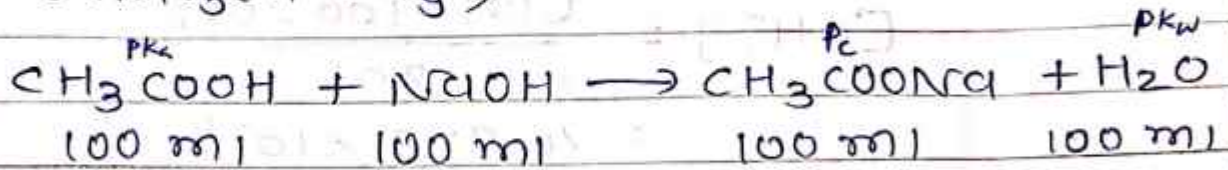
$$pH = 4.75 + \log \frac{99.9}{0.1}$$

$$= 4.75 + \log 999$$

$$= 4.75 + 2.9996$$

$$\boxed{pH = 7.73}$$

(6) 100 ml 0.1 M NaOH ઉમેરતાં,
(સમતુલ્ય બિંદુ)



$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{C_{CH_3COO^-}}}$$

$$\therefore pH = -\log \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{C_{CH_3COO^-}}}$$

$$\therefore pH = \frac{1}{2} pK_a + \frac{1}{2} pK_w - \frac{1}{2} p_{CH_3COO^-}$$

અહીં, $pK_a = 4.75$

$pK_w = 14$

$$[\therefore K_w = 1.0 \times 10^{-14}]$$

અહીં,

$$[CH_3COO^-] = \frac{100 \times 0.1}{200} \checkmark$$

$$= \frac{100 \times 0.1}{200} \checkmark$$

$$[CH_3COO^-] = 0.05 \text{ M} \checkmark$$

$$p_{CH_3COO^-} = -\log 0.05 = 1.30$$

$$pH = \frac{1}{2} \times 4.75 + \frac{1}{2} \times 14 - \frac{1}{2} \times 1.30$$

$$\therefore \boxed{pH = 8.71} \text{ Basic}$$

(8) 101 ml 0.1 M NaOH ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(101 - 100) \times 0.1}{201}$$

$$= 4.975 \times 10^{-4}$$

$$pOH = -\log(4.975 \times 10^{-4})$$

$$pOH = 3.30$$

$$pH = 14.0 - 3.30$$

$$\therefore \boxed{pH = 10.7}$$

(9) 100.1 ml 0.1 M NaOH ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(100.1 - 100) \times 0.1}{100 + 100.1}$$

$$= \frac{0.1 \times 0.1}{200.1}$$

$$= 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = -\log(5 \times 10^{-5})$$

$$= 4.3$$

$$pH = 14 - 4.3$$

$$\therefore \boxed{pH = 9.7}$$

૯) 110 મ્મા. 0.1 M NaOH ઉમેરતાં,

$$[OH^-] = \frac{(110 - 100) \times 0.1}{(100 + 110)}$$

$$= \frac{10 \times 0.1}{210}$$

$$= 4.8 \times 10^{-3} M$$

$$\therefore pOH = -\log (4.8 \times 10^{-3})$$

$$= 2.33$$

$$\therefore pH = 14 - 2.33$$

$$\therefore \boxed{pH = 11.67}$$

NaOH નું ઉમેરેલ કદ (મ્મા)	pH	
0.0	2.88	← Mid point (Brack-1)
50	4.75	
90	5.69	
99	6.73	← equivalent point (Brack-2)
99.9	7.73	
100	8.71	
100.1	9.7	
101	10.7	
110	11.67	

Mid point આગળના બ્રિકની pH રેન્જ 2.88 to 5.69 ની છે જે મિથાઇલ રેડ ની pH રેન્જ જેટલી છે તેથી Mid point આગળનું અનુભાષન મિથાઇલ રેડની (સૂચકની) હાજરીમાં થાય છે. અને સમતુલ્ય બિંદુ આગળની jump pH રેન્જ 7.73 થી 9.7 વચ્ચેની છે. માટે આ pH રેન્જમાં સૂચક તરીકે ફોનાલ્ફોલોન સૂચક વપરાય છે. 23

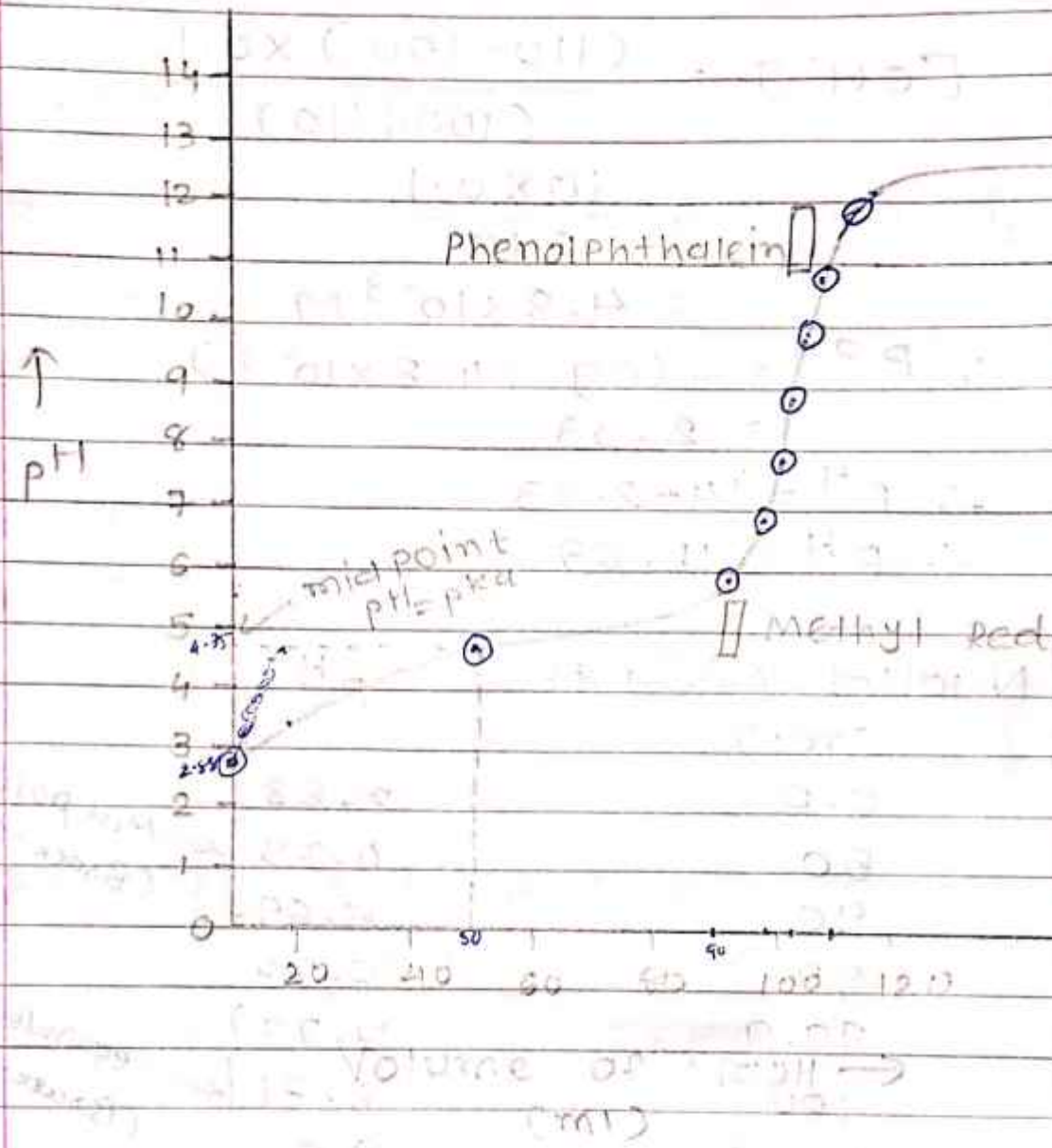
250ml

परिचरिता
असत 212-211
सम. लिङ्ग पदो
सम. लिङ्ग पदो

एस्त
 CH_3COOH
 $CH_3COOH + CH_3COONa$
 CH_3COONa
 $CH_3COONa + NaOH$

गुणो
Acidic
बस 212
मिनिमि (CH₃COONa)
उत्तमो

अनुभयन अतिथः



Que:- 100 ml 0.1 M HCl → 100 ml 0.1 M NH₄OH / NH₃ ग् अनुभयन (NH₃ ग् K_b = 1.8 × 10⁻⁵)

$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

$pK_b = -\log (1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$

(1) 0.0 ml 0.1 M HCl उभेता,

$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C_{NH_4OH}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}$
 $= 1.34 \times 10^{-3} M$

$$p^{OH} = -\log(1.34 \times 10^{-3})$$

$$p^{OH} = 2.87$$

$$pH = 14 - 2.87 = 11.13$$

(2) 50 ml 0.1 M HCl ઉમેરતાં,

$HCl + NH_4OH$
 \downarrow
 $NH_4Cl + NH_4OH + H_2O$
 50 ml 50 ml
 (બેઇઝ) (એસિડ)

$$pH = p^{K_w} - p^{K_b} + \log\left(\frac{\text{બેઇઝ}}{\text{એસિડ}}\right)$$

$$pH = 14 - 4.74 + \log \frac{50}{50}$$

$$\therefore pH = 14 - 4.74$$

$$\therefore pH = 9.20$$

(3) 99.0 ml 0.1 M HCl ઉમેરતાં,

$$pH = 14 - 4.74 + \log \frac{1}{99}$$

$$= 14 - 4.74 + \log 1 - \log 99$$

$$pH = 7.3$$

(4) 99.9 ml 0.1 M HCl ઉમેરતાં,

$$pH = 14 - 4.74 + \log \frac{0.1}{99.9}$$

$$pH = 14 - 4.73 - 3$$

$$\therefore pH = 6.3$$

(5) 100 ml 0.1 M HCl ઉમેરતાં,
(સમતુલ્ય બિંદુએ)



NH_4Cl નું જલવિભાજન થાય છે. આથી દ્વાવણ એસિડિક બને છે, એને pH નું આણં મૂલ્ય 7.0 કરતાં ઓછું હશે.

$$\therefore \text{pH} = \frac{1}{2} [\text{p}K_w - \text{p}K_b + \text{p}^c]$$

જ્યાં, $c =$ ઉત્પન્ન થતા ક્ષારની સાંદ્રતા છે.

$$\therefore \text{p}^c = -\log(5.0 \times 10^{-2})$$

$$\therefore \text{p}^c = 1.3$$

0.1×100

$$\therefore \text{pH} = \frac{1}{2} [14 - 4.74 + 1.3]$$

$$= \frac{1}{2} [10.56]$$

$$\therefore \text{pH} = 5.28$$

(6) 100.1 ગ્રામ 0.1 M HCl ઉમેરતાં, આણં તટસ્થીકરણ બાદ ફક્ત H^+ આયન જ હશે. આથી pH ની ગણતરી સીધી જ થઈ શકે.

$$[\text{H}^+] = \frac{[100.1 - 100] \times 0.1}{200.1} = 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log(5 \times 10^{-5})$$

$$\therefore \text{pH} = 4.3$$

(7) 101.0 ગ્રામ 0.1 M HCl ઉમેરતાં,

$$[H^+] = \frac{[101.0 - 100] \times 0.1}{201} = 5 \times 10^{-4} M$$

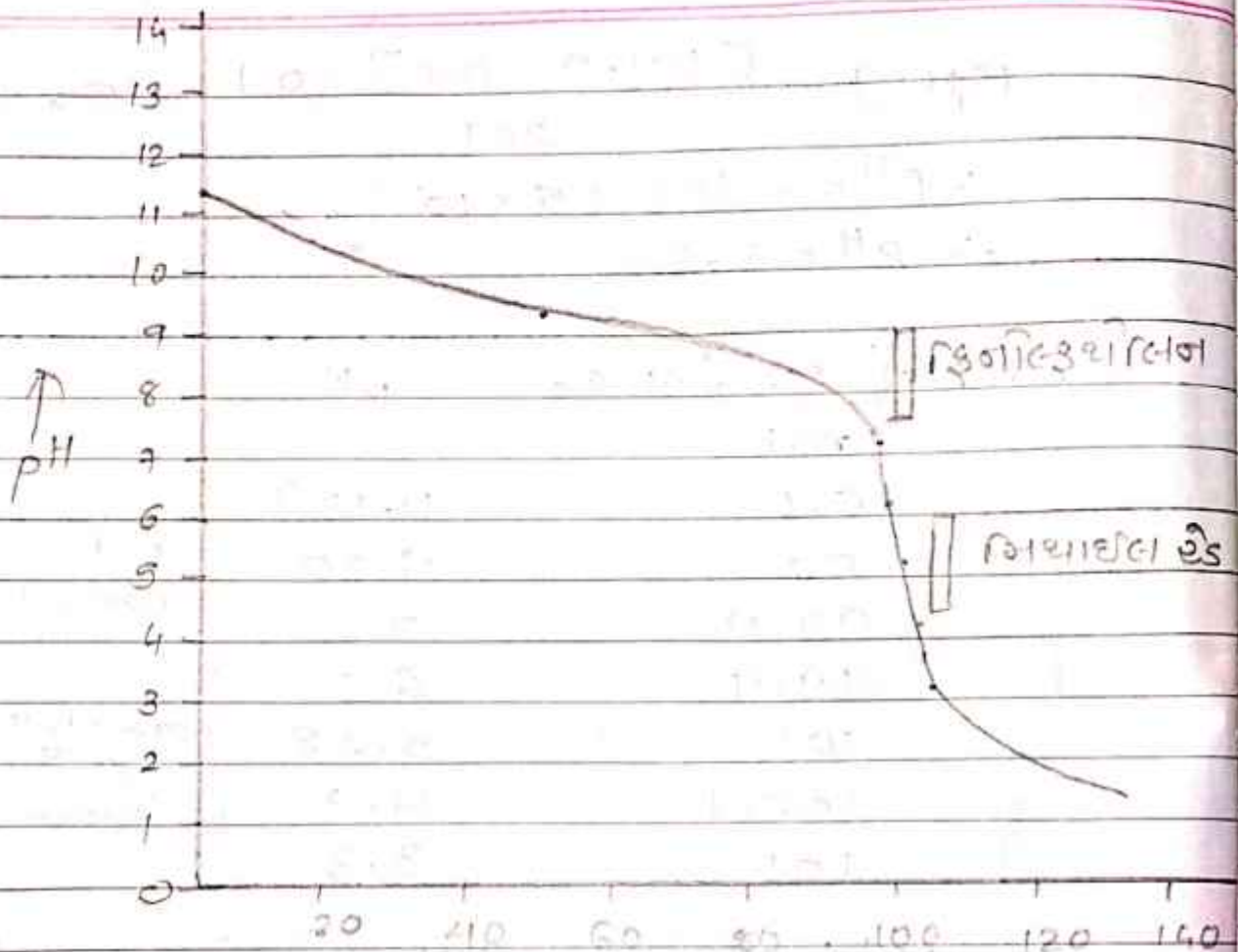
$$\therefore pH = -\log (5 \times 10^{-4})$$

$$\therefore \boxed{pH = 3.3}$$

HCl નું ઉમેરેલ કદ (ml)	pH	
0.0	11.13	} ← mid point (phenolphth) (Back: 1)
50	9.20	
99.0	7.3	
99.9	6.3	} ← equivalent point (Methyl Red) (Back: 2)
100	5.28	
100.1	4.3	
101	3.3	

Mid point આગળની જંપના (પ્લોટ) 11.13 થી 7.3 ની વચ્ચે આપે છે. આ pH રેન્જમાં ફિનીલ્ફથોલિન સૂચક રંગપરિવર્તન આપે છે. અને સમતુલ્ય બિંદુ આગળની જંપના (પ્લોટ) 6.3 થી 4.3 ની વચ્ચે આપે છે. આ pH રેન્જમાં મિથાઇલ રેડ સૂચક રંગપરિવર્તન આપે છે.

અનુમાપન આલેખ:-



0.1 M HCl નું 30

[100 ml 0.1 M HCl → 100 ml 0.1 M NH₄OH

Que:

100 ml 0.1 M CH₃COOH → 100 ml 0.1 M

NH₄OH નું અનુમાપના.
(તિબંધ બેઈક)

(1) 0.0 ml NH₄OH ઉમેરતા,

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_0}$$

$$= \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.1}$$

$$[H_3O^+] = 1.30 \times 10^{-3} M$$

$$\therefore pH = -\log [H_3O^+]$$

$$\therefore \text{pH} = -\log [1.3 \times 10^{-3}]$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 2.88}$$

(2) 50.0 ml 0.1 M NH_4OH ઉમેરતાં,

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74 + \log \frac{50}{50}$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 4.74}$$

(3) 90.0 ml 0.1 M NH_4OH ઉમેરતાં,

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74 + \log \frac{90}{10}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74 + \log 9$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 5.69}$$

(4) 99 ml 0.1 M NH_4OH :

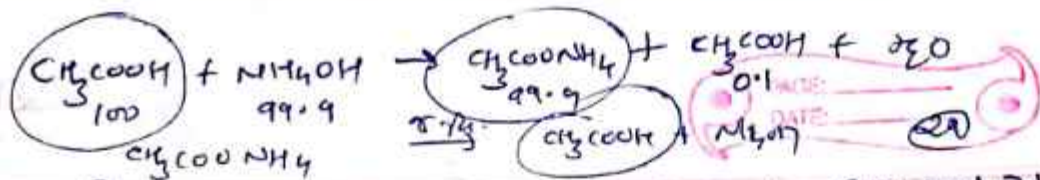
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74 + \log \frac{99}{1}$$

$$\therefore \text{pH} = 4.74 + 2$$

$$\therefore \boxed{\text{pH} = 6.74}$$

(5) 99.9 ml 0.1 M NH_4OH



અહીં, જલવિભાજનની પ્રક્રિયા દરમિયાનમાં લીટમીયમ આયનની સાંદ્રતા નીચી મુજબ શોધી શકાય.

$$[H^+] = \frac{a+y}{C_{\text{સાઈ}}} \times K_a$$

જ્યાં, a = એસિડની સાંદ્રતા
 y = જલવિભાજનની પ્રક્રિયાથી ઉત્પન્ન થયેલ એસિડની સાંદ્રતા
 $C_{\text{સાઈ}}$ = ક્ષારની સાંદ્રતા

$$\therefore a = \frac{(100 - 99.9) \times 0.1}{99.9}$$

$$\therefore a = 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

હવે, $C_{\text{સાઈ}} = \frac{99.9 \times 0.1}{99.9}$

$$C_{\text{સાઈ}} = 5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

હવે,

$$y = -\frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} + C \cdot K_w}$$

$$K_a \cdot K_b$$

$$= -\frac{5 \times 10^{-5}}{2} + \sqrt{\frac{(5 \times 10^{-5})^2}{4} + 5 \times 10^{-2} \cdot (1.8 \times 10^{-5})^2}$$

બંને એસિડ અને બેઈઝ નિર્બળ છે. $\therefore K_a = K_b$ થાય.

$$\therefore y = 25.6 \times 10^{-5} \text{ M}$$

इत, 10^{-5}

$$[H^+] = \frac{5 \times 10^{-5} + 25.6 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-2}} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= \frac{30.6 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-2}} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= 6.12 \times 10^{-3} \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 11.0 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log [H^+] = -\log (11.0 \times 10^{-8})$$

$$\therefore \text{pH} = 6.96$$

(6) 100 का 0.1 M NH_4OH उभे रणा,
(समतुल्य बिंदु र्मा)
असिड र्मने बैरिठ जग्गी गिर्जण छ र्मने
उए समान इरिवाधी,

$$\text{pH} = 7.0$$

OR

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_w + \text{p}K_a - \text{p}K_b)$$

$$\text{रुतुा, } K_a = K_b$$

$$\therefore \text{p}K_a = \text{p}K_b$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + 4.74 - 4.74)$$

$$= \frac{1}{2} \times 14 = 7.0$$

$$\therefore \text{pH} = 7.0$$

(7) 101 ml 0.1 M NH_4OH ઉમેરવા,

$$pH = pK_w - pK_b - \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{Base}]}$$

OR

$$pH = 14 - pK_b - \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{Base}]}$$

$$= 14 - 4.74 - \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{Base}]}$$

જ્યાં, $[\text{salt}] = \frac{100 \times 0.1}{201}$

$$= 5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Base}] = \frac{(101 - 100) \times 0.1}{201}$$

$$= 4.98 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\therefore pH = 14 - 4.74 - \log \frac{5 \times 10^{-2}}{4.98 \times 10^{-4}}$$

$$= 9.26 - \log 1.00 \times 10^2$$

$$= 9.26 - (+2)$$

$$= 9.26 - 2$$

$$\therefore pH = 7.26$$

7.26 આથી સંગૃહ્ય મિશ્રણ છે જે 6.96 થી 7.26 સુધી સ્થાન પર રહેશે. આ pH સેરના સંગૃહ્ય શરૂ થાય છે તેથી NH_4OH વાળું

100.1 ml → pH

NH_4OH નું ઉમેરેલ કદ (ml)	pH	આ અનુમાપના માટે કોઈ સૂચક સંજોગ પરિવર્તન દર્શાવવા નથી. તેથી મિશ્ર સૂચક વપરાઈ છે. દા.ત., સ્યુક્લર + મિથાલીન બ્લ્યુ.
0.0	2.88	
50.0	4.74	
90.0	5.69	
99	6.74	
99.9	6.96	
100	7.0	
101	7.26	

110ml. 0.1 M NH_4OH (प्रबल) : & $[\text{Base}] = \frac{(110-100) \times 0.1}{20} = 0.00476 \text{ M}$

$\text{pH} = 14 - \text{pK}_b - \log \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Base}]}$

$[\text{Salt}] = \frac{100 \times 0.1}{20} = 0.0476 \text{ M}$

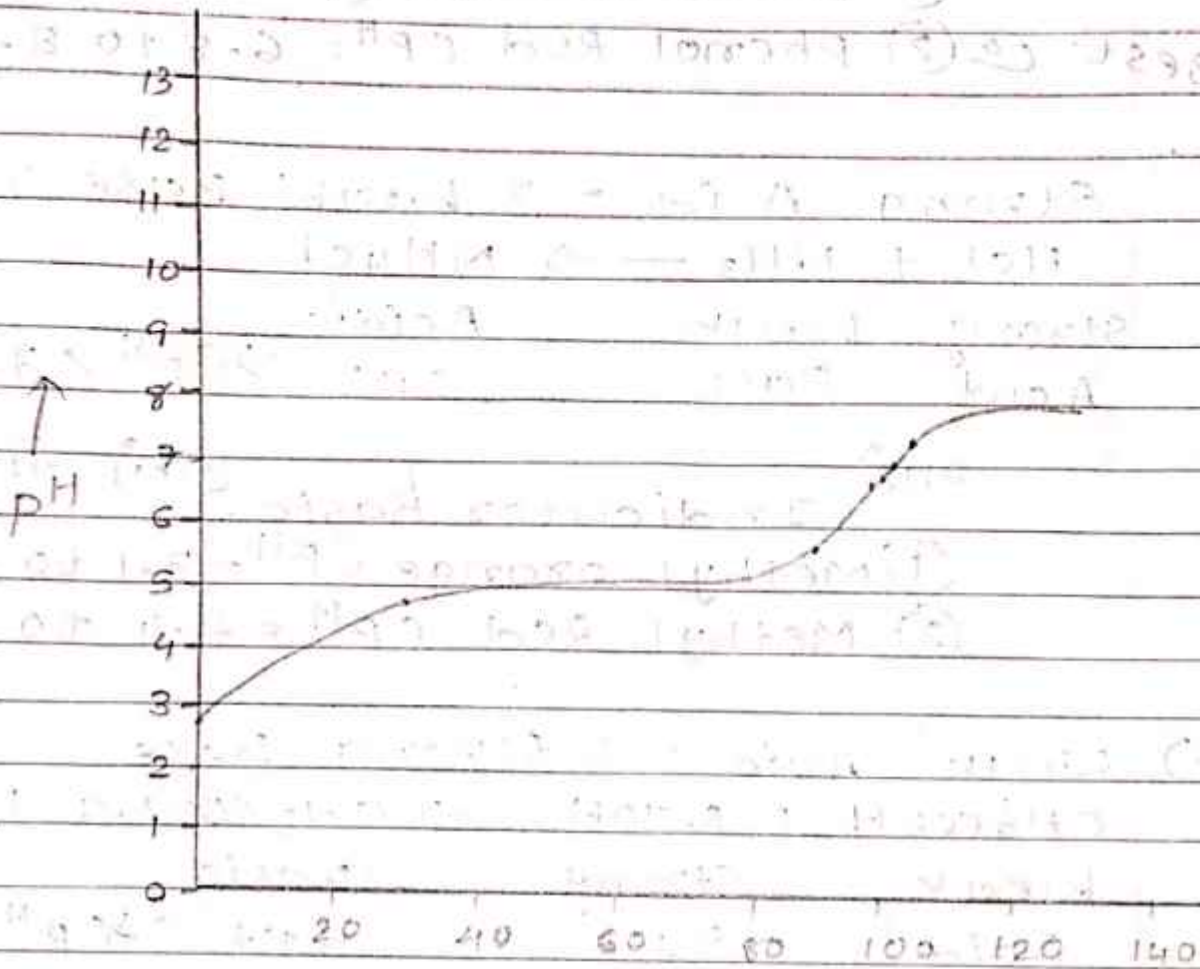
$\therefore \text{pH} = 14 - 4.74 - \log \frac{0.0476}{0.00476}$

$\therefore \text{pH} = 14 - 4.74 - \log 10$

$\therefore \text{pH} = 8.53$

32

21 एंटी 14 एं 21 एंटी 14 :-

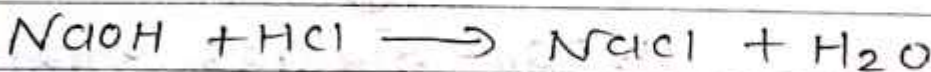


0.1 M NH_4OH एंटी 14 :-

[0.1 M CH_3COOH एंटी 14 :- 0.1 M NH_4OH]

* 21 एंटी 14

(1) Strong Acid \rightarrow Strong Base Titration



Strong Base - strong Acid - Neutral Salt

21, Indicator Neutral एंटी 14

21, Indicator Neutral एंटी 14

$\text{pH} = 7$ (Neutral)

33

- Best. \hookrightarrow (1) Bromothymol ($pH = 6.2$ to 7.6)
(2) Phenol Red ($pH = 6.8$ to 8.4)

(2) Strong Acid \rightarrow Weak Base Titration
 $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$
 Strong Acid Weak Base Acidic Salt $\rightarrow (pH < 7)$

માટે, Indicator Basic હોવી જોઈએ.

- (1) Methyl orange ($pH = 3.1$ to 4.4)
(2) Methyl Red ($pH = 4.4$ to 6.0)

(3) Weak Acid \rightarrow Strong Base
 $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
 Weak Acid Strong Base Basic Salt $\rightarrow (pH > 7)$

માટે, Indicator Acidic હોવી જોઈએ.

- (1) Phenolphthalein ($pH = 8.3$ to 10.0)
(2) Thymol Blue ($pH = 8.0$ to 9.6)

Que:-

Cold drinks \rightarrow ઘાસકાની સીકર / ગળણ બનાવી.

\downarrow કારણ કે તેમાં,

H_3PO_4 - ફોસ્ફોરિક એસિડ

H_3PO_3 - ફોસ્ફોરસ એસિડ

H_3PO_2 - હાયપો ફોસ્ફોરિક એસિડ
આપેલ હોય છે.

જે ઓક્સિડમાં એક કરતાં વધુ વિસ્થાપિત હાઇડ્રોજન હોય તેને પોલીપ્રોટિક ઓક્સિડ કહેવામાં આવે છે.

Ques:-
સાબુની આલોચ

પોલી પ્રોટિક ઓક્સિડનું સમુદાહન.

અથવા

25.0 મ્મી 0.5 M $H_3PO_4 \rightarrow$ 0.5 M $NaOH$ નું સમુદાહન (25ml, 50ml, 75ml $NaOH$ ઉમેરતાં)

અથવા

આ સમુદાહનમાં ત્રણેક ઉમેરવામાં આવે છે.

$[K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}, \quad K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}, \quad K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}]$

- $H_3PO_4 \rightarrow$ ત્રિવર્ણ દ્રાવ્યબંધક ઓક્સિડ
 \therefore તેમાં 3 H^+ આવેલા છે.

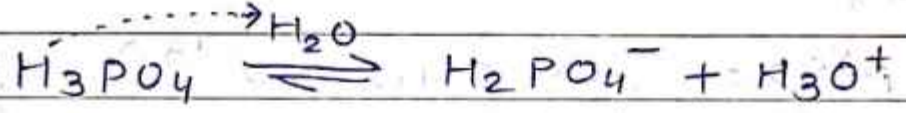
Titrate (ઉચ્ચ): 0.5 M $NaOH$

Analyte (ફાઇલ્ડ): 0.5 M H_3PO_4

સાબુની pH:
 $pH_{0.5} = \sqrt{K_{a1} \times C}$
 $= \sqrt{7.5 \times 10^{-3} \times 0.5}$
 $= 6.0 \times 10^{-2}$
 $\therefore pH = 1.2$

Step-I: (પ્રથમ સમતુલ્ય બિંદુમાં)

25 મ્મી 0.5 M $NaOH$ ઉમેરતાં,



ઓક્સિડની સમતોલન સમીકરણ

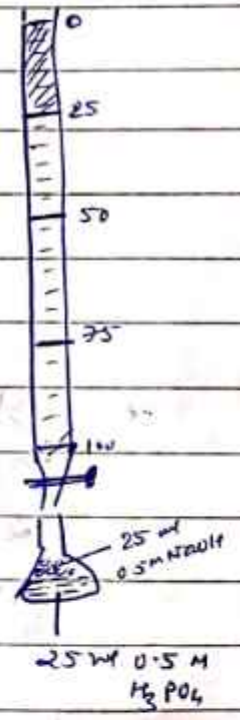
$K_{a1} = \frac{[H_2PO_4^-][H_3O^+]}{[H_3PO_4]}$

$\therefore K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}$

$\therefore pK_{a1} = -\log(7.5 \times 10^{-3})$

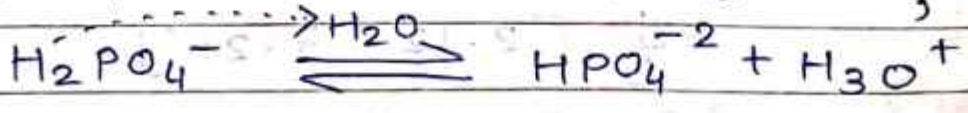
$\therefore pK_{a1} = 2.12$

M.W. of $H_3PO_4 = 98$
 $3(31) + 4(16) + 6(1)$



Step-II: (દ્વિતીય સમતુલ્ય બિંદુમાં)

50 મ્મી 0.5 M $NaOH$ ઉમેરતાં,



64
31
3
98