shikho

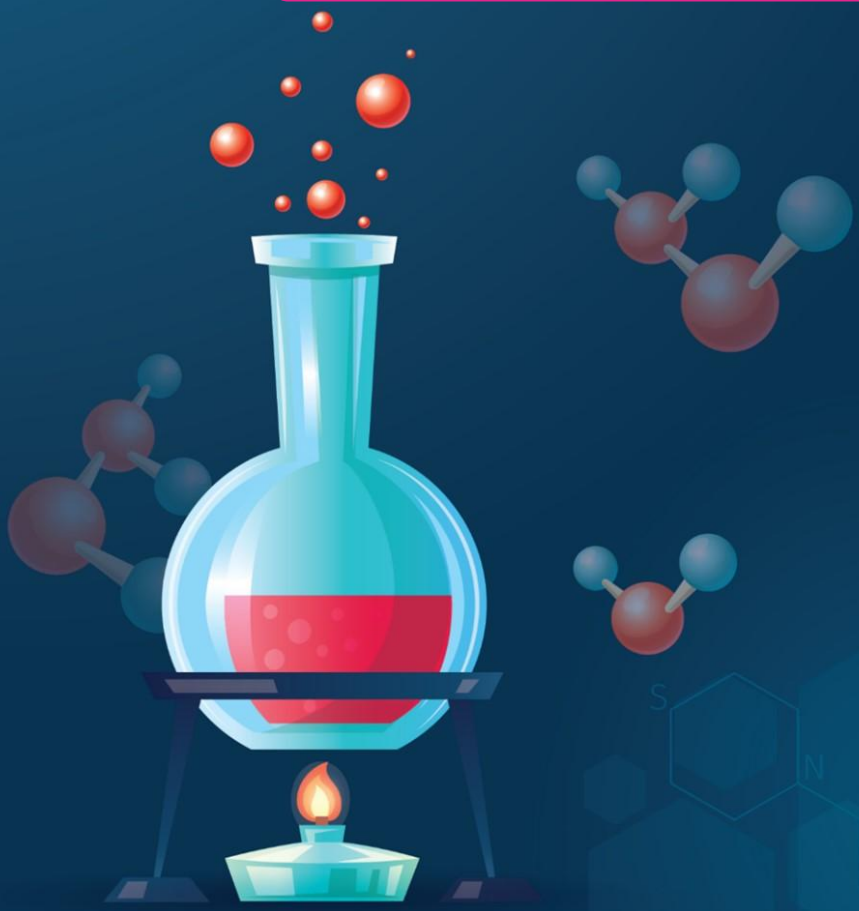
প্র্যাকটিস বুক

একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

ACADEMIC PROGRAM
HSC | ALIM 2026

রসায়ন ১ম পত্র

রাসায়নিক পরিবর্তন (অম্ল ক্ষারক সাম্যাবস্থা)



রাসায়নিক পরিবর্তন

এসিড ও ক্ষার

- **এসিড ক্ষারকের পুরাতন মতবাদ:**

এসিড: এসিড হচ্ছে এমন একটি যৌগ যার হাইড্রোজেন পরমাণুসমূহ সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে ধাতব পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। যেমন- HCl, H_2SO_4।

ক্ষারক: ক্ষারক হচ্ছে ধাতুর অক্সাইড বা হাইড্রোক্সাইড, যারা অম্লের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন: CaO, $NaOH$।

এসিড ক্ষারকের আধুনিক মতবাদ

- **অ্যারহেনিয়াসের মতবাদ**

(i) এসিড হচ্ছে এমন হাইড্রোজেন যুক্ত যৌগ যারা জলীয় দ্রবণে H^+ দান করে।

(ii) ক্ষারক হচ্ছে এমন সব যৌগ যারা জলীয় দ্রবণে OH^- দান করে।

➢ **সীমাবদ্ধতা:**

(i) অ্যারহেনিয়াস মতবাদ জলীয় দ্রবণে খুব কার্যকরী হলেও তা অজলীয় দ্রবণে কার্যকরী নয়। পানির অনুপস্থিতিতে এ মতবাদ এসিড ক্ষারক সাম্যাবস্থা ব্যাখ্যা করতে পারে না।

(ii) $CuSO_4$ ও $AlCl_3$ এর জলীয় দ্রবণ এসিডধর্মী এবং Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী। এর ব্যাখ্যা প্রদান করতে অ্যারহেনিয়াস মতবাদ সক্ষম নয়।

- **ব্রনস্টেড লাউরি মতবাদ বা প্রোটনীয় মতবাদ:**

(i) এসিড হল এমন একটি যৌগ বা আয়ন যা অন্য পদার্থকে প্রোটন দান করতে পারে।

(ii) ক্ষারক হল এমন একটি যৌগ বা আয়ন যা অন্য পদার্থ হতে প্রোটন গ্রহণ করতে পারে;

$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$

HCl প্রোটন দান করে Cl^- তৈরি করে তাই HCl এসিড। আর NH_3 প্রোটন গ্রহণ করে NH_4^+ এ পরিণত হয়। তাই এটি ক্ষারক।

- **অনুবন্ধী এসিড বা কনজুগেট এসিড:**

কোনো ক্ষারকের সাথে একটি প্রোটন সংযোগের ফলে যে অম্লের সৃষ্টি হয় তাকে সে ক্ষারকের অনুবন্ধী এসিড বলে। তীব্র ক্ষারকের অনুবন্ধী এসিড দুর্বল আর দুর্বল ক্ষারকের অনুবন্ধী এসিড তীব্র হয়।

- **অনুবন্ধী বা কনজুগেট ক্ষারক:**

কোনো এসিড থেকে একটি প্রোটন অপসারণের ফলে যে যৌগ সৃষ্টি হয় তাকে ঐ অম্লের অনুবন্ধী ক্ষারক বলে। তীব্র এসিডের অনুবন্ধী ক্ষারক দুর্বল আর দুর্বল এসিডের অনুবন্ধী ক্ষারক তীব্র হয়।

উদাহরণ: (i) $\underset{\text{সিড}}{HCl} + \underset{\text{ক্ষারক}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{নবন্ সিড}}{H_3O^+} + \underset{\text{নবন্ ক্ষারক}}{Cl^-}$ (ii) $\underset{\text{সিড}}{HCl} + \underset{\text{ক্ষারক}}{NH_3} \rightleftharpoons \underset{\text{নবন্ সিড}}{NH_4^+} + \underset{\text{নবন্ ক্ষারক}}{Cl^-}$

ব্রনস্টেড মতবাদ অনুসারে অনেক পদার্থ ক্ষারক হিসেবে চিহ্নিত হলেও আরহেনিয়াস মতবাদ অনুসারে তা ক্ষারক নয়। অর্থাৎ, সকল আরহেনিয়াস ক্ষারকই ব্রনস্টেড ক্ষারক কিন্তু সকল ব্রনস্টেড ক্ষারক আরহেনিয়াস ক্ষারক নয়।

যেমন: NH_3, H_2O । কোনো পদার্থ সরাসরি প্রোটন ত্যাগ করে না, তা গ্রহণের জন্য অন্য পদার্থ প্রয়োজন।

- **এসিড ও ক্ষারকের লুইস মতবাদ:**

লুইস এসিড: লুইস প্রদত্ত মতবাদ অনুসারে একজোড়া ইলেকট্রন গ্রহণে সক্ষম পদার্থ মাত্রই এসিড। সাধারণত ধনাত্মক চার্জ এবং যাদের অষ্টক সংকোচন (কেন্দ্রীয় মৌলে সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন ৮টির কম) হয় তারা লুইস এসিড হিসেবে কাজ করে। যেমন- $FeCl_3, ZnCl_2$ ইত্যাদি এবং সকল ধনাত্মক আয়ন H^+, BF_3 ও ধনাত্মক আয়নসমূহ $Cu^+, Ca^{2+}, AlCl_3$

লুইস ক্ষারক: এক জোড়া ইলেকট্রন প্রদানে সক্ষম পদার্থ মাত্রই লুইস ক্ষার। সাধারণত ঋণাত্মক চার্জ এবং লিগ্যান্ড (যারা মুক্তজোড় e^- দান করতে পারে) তারা লুইস ক্ষারক হিসেবে কাজ করে।

যেমন- $H_2O, CH_3-NH_2, NH_3, OH^-, CO, Cl^-$ ইত্যাদি।

লুইস মতবাদ অনুসারে অনেক পদার্থ অম্ল হিসেবে চিহ্নিত হলেও ব্রনস্টেড মতবাদ অনুসারে সেগুলো অম্ল নয়।

যেমন: CO_2, SO_2, BF_3 ইত্যাদি। অর্থাৎ, সকল ব্রনস্টেড অম্ল লুইস অম্ল হলেও সকল লুইস অম্ল ব্রনস্টেড অম্ল নয়।
তবে একনজরে যদি এসিড ক্ষারক তত্ত্বগুলো দেখতে চাই তবে,

মতবাদ	Acid	Base	উদাহরণ
(i) আরহেনিয়াস	জলীয় দ্রবণে H^+ প্রেদান করে	জলীয় দ্রবণে OH^- দান করে	$HCl, H_2SO_4, CaO, NaOH$
(ii) ব্রনস্টেড ও লাউরির প্রোটনীয়	H^+ (প্রোটন) দান করে	H^+ (প্রোটন) গ্রহণ করে	$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$
(iii) লুইস	e^- জোড় গ্রহণ করে	e^- জোড় দান করে	$AlCl_3, FeCl_3$, ক্যাটায়ন, $H_2O, NH_3, OH_0CH_3 - NH_2$

• **এসিড ও ক্ষার নির্দেশক:**

এসিড ক্ষারক টাইট্রেশনের সময় তুল্যতা বিন্দু নির্ধারণের জন্য কতিপয় যৌগ ব্যবহার করা হয়। এসব যৌগ এসিডীয় মাধ্যমে এক ধরণের বর্ণ দেয় এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে অন্য ধরণের বর্ণ দেয়। এসব যৌগকে এসিড-ক্ষারক নির্দেশক বলে। এই নির্দেশক হিসেবে সাধারণত দুর্বল জৈব এসিড বা জৈব ক্ষার ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড, লিটমাস, ফেনলফথ্যালিন ইত্যাদি। এখানে, ফেনলফথ্যালিন একটি দুর্বল এসিড। বিশুদ্ধ পানিকে নিরপেক্ষ পানি বলে। এর pH এর মান 7।

নির্দেশকের নাম	এসিডীয় মাধ্যমে বর্ণ	ক্ষারীয় মাধ্যমে বর্ণ	বর্ণ পরিবর্তনের pH পরিসর।
ফেনলফথ্যালিন	বর্ণহীন	লালচে বেগুনি / গোলাপী	8.2-9.8
থাইমলফথ্যালিন	বর্ণহীন	নীল	8.3-10.5
ক্রিসল রেড	হলুদ	লাল	7.2-8.8
ফেনল রেড	হলুদ	লাল	6.8-8.4
ব্রোমোথাইমল ব্লু	হলুদ	নীল	6.0-7.6
লিটমাস	লাল	নীল	6.0-8.0
মিথাইল রেড	লাল	হলুদ	4.2-6.3
মিথাইল অরেঞ্জ	লাল	হলুদ	3.1-4.4
ব্রোমোক্রিসল গ্রীন	হলুদ	নীল	3.8-5.4

টাইট্রেশনে ব্যবহৃত এসিড ও ক্ষারক	টাইট্রেশন উপযোগী নির্দেশক	তুল্যতা বিন্দুতে pH পরিবর্তনের বিস্তার
তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার। যেমন: HCl ও NaOH দ্রবণ।	যে কোন নির্দেশক	3.1-9.7
মৃদু এসিড ও তীব্র ক্ষার। যেমন: CH_3COOH ও NaOH।	ফেনলফথ্যালিন, থাইমলফথ্যালিন	6-11
তীব্র এসিড, মৃদু ক্ষারক। যেমন: HCl ও NH_3OH দ্রবণ।	মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড	3.5-7
মৃদু এসিড, মৃদু ক্ষারক।	কোন নির্দেশকই উপযোগী নয়।	pH এর অতি ধীরে ধীরে পরিবর্তন।

• **এসিড ও ক্ষারের শক্তিমাত্রাঃ**

➢ **এসিডের শক্তিমাত্রার নির্ভরশীলতা**

(i) এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক,
(ii) হাইড্রাসিডের ঋণাত্মক আয়নের আকার,
(iii) কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ অবস্থা,
(iv) কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার,
(v) দ্রাবকের প্রকৃতি।

(i) **এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক : এসিডের K_a এর মান যতো বেশি হয় এসিডটি ততো বেশি শক্তিশালী হয়।**

HCl, HBr, HI, HNO_3 ও H_2SO_4 প্রভৃতি এ সব এসিড জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণরূপে (অর্থাৎ 99 – 100%) বিয়োজিত হয়ে থাকে, এদেরকে তীব্র এসিড বলা হয়। এদের K_a মান খুবই বেশি। যেমন: HCl এর $K_a = 2.5 \times 10^7$, HBr এর $K_a =$

3.2×10^9, HI এর $K_a = 1 \times 10^{10}$, H_2SO_4 এর প্রথম বিয়োজন ($H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$) এর জন্য $K_a = 10^3$ হয়ে থাকে। সুতরাং, H_2SO_4 হলো তীব্র এসিড।

অপরদিকে অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) এর 0.1M ঘনমাত্রার দ্রবণে মাত্র 1.34% এবং 0.01M CH_3COOH মাত্র 4.24% বিয়োজিত হয়; এসিডের $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ । সুতরাং, অ্যাসিটিক এসিডকে মৃদু বা দূর্বল এসিড বলা হয়।

$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$ [0.1M দ্রবণে 100% আয়নিত হয়]

$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$ [0.1M ঘনমাত্রায় 1.34% আয়নিত হয়]

(ii) হাইড্রাসিডের ক্ষেত্রে, ঋণাত্মক আয়নের আকার যত বড় হবে ঐ এসিড তত বেশি শক্তিশালী

$HI > HBr > HCl > HF$

(iii) **কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা:** অক্সোএসিডসমূহের অর্থাৎ অক্সিজেন পরমাণুযুক্ত এসিডসমূহের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যতো বেশি ঐ এসিডের তীব্রতা ততো বেশি হয়। যেমন:

$\overset{+7}{HClO_4} > \overset{+6}{H_2SO_4} > \overset{+5}{HNO_3} > \overset{+4}{H_2SO_3}$ (সালফিউরাস এসিড)

(iv) **কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার:** যাদের সেই ক্ষেত্রে যে চার্জ কেন্দ্রীয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি, সেটি অধিক শক্তিশালী।

গুরুত্বপূর্ণ ক্রমসমূহঃ

1. $\overset{+3}{HNO_2} > \overset{+3}{H_3PO_3}$
2. $\overset{+4}{H_2SO_3} > \overset{+4}{H_2SeO_3}$
3. $\overset{+4}{HClO_4} > \overset{+7}{HBrO_4} > \overset{+7}{HIO_4}$
4. $H_3BO_3 < H_3PO_3 < HClO_2$

(v) **দ্রাবকের প্রকৃতি:** দ্রাবকের প্রোটন গ্রহণ করার ক্ষমতা বা ক্ষারকত্ব বেশি হলে এতে দ্রবীভূত এসিডের আয়নীকরণ বৃদ্ধি পায়। যেমন: পানিতে অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) একটি দুর্বল এসিড। কিন্তু অ্যামোনিয়া দ্রবণে এটি একটি তীব্র এসিড।

➢ **ক্ষারকের শক্তিমাত্রার নির্ভরশীলতা:** ক্ষারকের তীব্রতা বা শক্তিমাত্রা নিম্নোক্ত ৩টি বিষয়ের ওপর নির্ভর করে:

(i) ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইডের পানিতে দ্রবণীয়তা,

(ii) ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক (K_b),

(iii) যৌগের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন প্রদানের ক্ষমতা।

পানিতে অধিক দ্রবণীয় ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইডকে সবল ক্ষারক বলে এবং কম দ্রবণীয় ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইডকে দুর্বল ক্ষারক বলে।

১। সবল ক্ষারক: অক্সাইড (O^{2-}) ও হাইড্রোক্সাইড (OH^-) আয়নযুক্ত পানিতে দ্রবণীয় যৌগসমূহ সবল ক্ষারক হয়। ঐ সব যৌগে অধিক সক্রিয় ধাতুর ক্যাটায়ন থাকে। যেমন:

(i) M_2O, MOH যৌগসমূহ, এক্ষেত্রে M = গ্রুপ-IA(1) ধাতু, Li, Na, K, Rb, Cs.

(ii) $MO, M(OH)_2$ যৌগসমূহ, এক্ষেত্রে M = গ্রুপ-IIA(2) ধাতু, Ca, Sr, Ba;

এসব ক্ষারকের K_b এর মান বেশি।

(iii) ১ম ও ২য় গ্রুপের উপর থেকে নিচে গেলে ক্ষারকের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি পায়।

২। ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক (K_b): K_b-এর মান যতো বেশি হয় ক্ষারকটি ততোই শক্তিশালী হয়। NaOH, KOH প্রভৃতি ক্ষারক জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত থাকে; সুতরাং এরা তীব্র ক্ষারক। এদের K_b এর মান খুবই বেশি।

আবার যাদের K_b এর মান কম (যেমন- NH_4OH), তাদের শক্তিমাত্রা কম।

৩। নিঃসঙ্গত e^- জোড় প্রদানের ক্ষমতাঃ

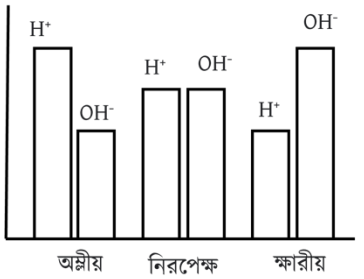
NH_3, PH_3 এর চেয়ে অধিক শক্তিশালী কার। কেননা N এর আকার ছোট হওয়ায় e^- ঘনত্ব বেশি এবং সহজেই মুক্তজোড় e^- দান করতে পারে।

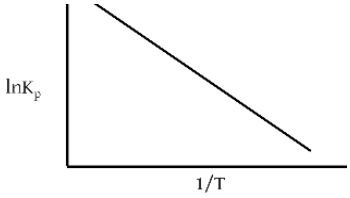
কয়েকটি অম্ল ও এদের অনুবন্ধী ক্ষারকের তীব্রতার ক্রম নিচে দেয়া হলো:

অম্লসমূহ: $HClO_4 > H_2SO_4 > HI > HBr > HCl > HNO_3 > H_3O^+ > HSO_4^- > H_2SO_3 > H_3PO_4 > HNO_2 > HF > HCOOH > CH_3COOH > H_2CO_3 > H_2S > NH_4^+ > HCN > HCO_3^- > H_2O$

অনুবন্ধী ক্ষারক: $ClO_4^- < HSO_4^- < I^- < Br^- < Cl^- < NO_3^- < H_2O < SO_4^{2-} < HSO_3^- < H_2PO_4^- < NO_2^- < F^- < HCOO^- < CH_3COO^- < HCO_3^- < HS^- < NH_3 < CN^- < CO_3^{2-} < OH^-$

পানির আয়নিক গুণফল (K_w)





• পানির আয়নিক গুণফল এবং এসিড ও ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক ও মাত্রা :

$H_2O\ (l) + H_2O\ (l) \leftrightharpoons H_3O^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$

পানির স্ব আয়নিকরণ ধ্রুবক, $K_d = \frac{[H_3O^+]\times[OH^-]}{[H_2O]^2}$

$\Rightarrow K_d \times [H_2O]^2 = [H_3O^+] \times [OH^-]$

$\Rightarrow K_w = [H_3O^+] \times [OH^-]$ $\quad [[H_3O^+] = [H^+]\,]$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানিতে $[H^+]$ ও $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রার গুণফল একটি ধ্রুব সংখ্যা, একে K_w বলে।

➢ 25°C তাপমাত্রায় $K_w = 10^{-14}\ M^2$

➢ তাপহারী বিক্রিয়া হওয়ায় T ↑ K_w ↑

➢ অম্লীয় দ্রবণে $[H^+] = 10^{-3}$ হলে $[OH^-] = 10^{-11}$ হবে। কারণ নির্দিষ্ট Temp এ K_w স্থির তাই $[H^+] \uparrow [OH^-] \downarrow; [OH^-] \uparrow [H^+] \downarrow$

➢ বিশুদ্ধ পানিতে $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = 10^{-7}M$; ক্ষার যোগ করলে $[OH^-] > \sqrt{K_w}$, এসিড যোগ করলে $[H^+] > \sqrt{K_w}$

➢ K_w এর একক $(mol\,l^{-1})^2$ অথবা $(mol\,dm^{-3})^2$

• দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের বিয়োজন মাত্রা ও বিয়োজন ধ্রুবক:

➢ **মৃদু এসিড ও ক্ষারের বিয়োজন মাত্রা:** মৃদু এসিড বা ক্ষার দ্রবণে আংশিকভাবে বিয়োজিত হয়ে আয়ন উৎপন্ন করে থাকে। বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নগুলোর সাথে অবিয়োজিত অণুর একটি গতিশীল সাম্যাবস্থা বর্তমান থাকে। দ্রবণের মধ্যে সাম্যাবস্থায় কোনো এসিড বা ক্ষারের মোট অণুর যতো ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে তাকে ঐ এসিড বা ক্ষারের বিয়োজন মাত্রা বলা হয়।

∴ **বিয়োজন মাত্রা, (α)** $= \frac{\text{সাম্যাবস্থা সিড বা ক্ষারের বিয়োজিত মোল সংখ্যা}}{\text{সিড বা ক্ষারের মোট মোল সংখ্যা}}$

• অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র:

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় লঘু দ্রবণে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন: মৃদু অম্ল বা ক্ষারকের বিয়োজন মাত্রা, ঐ অম্ল বা ক্ষারকের দ্রবণের ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, $\alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$ ∴ $\alpha = \frac{\sqrt{K_a}}{\sqrt{C}}$ $\quad [K_a$= এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক]

ধরা যাক, একটি মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য AB এর C মোল 1 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত আছে। অর্থাৎ, বিয়োজনের পূর্বে দ্রবণে AB এর ঘনমাত্রা C $mol\ L^{-1}$। যদি সাম্যাবস্থায় AB এর বিয়োজন মাত্রা α হয়। তবে

	AB	$\rightleftharpoons$	A^+	$+$	B^-
প্রাথমিক ঘনমাত্রা:	C		0		0
সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা:	$C - C\alpha$ $= C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$

অর্থাৎ, সাম্যাবস্থায় AB এর ঘনমাত্রা, $[AB] = C(1-\alpha) mol L^{-1}$, A^+এর ঘনমাত্রা, $[A^+] = C\alpha\ mol L^{-1}$

এবং B^- এর ঘনমাত্রা, $[B] = [B^-] = C\alpha\ mol L^{-1}$.

∴ ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে সাম্যধ্রুবক, $K = \frac{[A^+]\times[B^-]}{[AB]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{(1-\alpha)}$

এ সমীকরণে সাম্যধ্রুবক K কে বলা হয় দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন ধ্রুবক। দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের আংশিক বিয়োজন ঘটে। এক্ষেত্রে α এর মান 1 অপেক্ষা খুব ছোট, $1 - \alpha \approx 1$

$\therefore K = \frac{C\alpha^2}{1} = C\alpha^2$

বা, $\alpha^2 = \frac{K}{C}$ বা, $\alpha = \sqrt{\left(\frac{K}{C}\right)}$

বা, $\alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$; যেখানে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K ধ্রুবক ।

অর্থাৎ, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা, দ্রবণের ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রবণের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিয়োজন মাত্রার হ্রাস ঘটে এবং দ্রবণের ঘনমাত্রার হ্রাস করলে বিয়োজন মাত্রার বৃদ্ধি ঘটে থাকে। এটিও অসওয়াল্ডের সূত্রের আর একটি রূপ।

দুর্বল এসিড দ্রবণের ক্ষেত্রে, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ এবং দুর্বল ক্ষার দ্রবণের ক্ষেত্রে, $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$

$\therefore$ এসিড দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা, $[H_3O^+] = \alpha.C = C \times \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{C.K_a}$

ক্ষার দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[OH^-] = \alpha.C = C \times \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{C.K_b}$

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর মান যতো বড় এসিড ততো বেশি তীব্র হয়। ক্ষারের ক্ষেত্রেও ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক (K_b) এর মান যতো বড়, ক্ষার ততো বেশি তীব্র হয়। অর্থাৎ দুর্বল এসিড বা দুর্বল ক্ষারের তীব্রতা এর বিয়োজন মাত্রার সমানুপাতিক। দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের ক্ষেত্রে তড়িৎবিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা C-কে আয়তন মাত্রায় প্রকাশ করলে অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্রের গাণিতিক রূপে পরিবর্তিত হয়। যদি 1 মোল দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্য V লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে তবে-

V লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রব 1 মোল

$\therefore$ 1 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রব $\frac{1}{v}$ মোল

সুতরাং, দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা, $C\ molL^{-1} = \frac{1}{V} molL^{-1} [n = 1\ mol]$

আমরা জানি, $\alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$ বা, $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$

$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K}{\frac{n}{v}}}$ বা, $\alpha = \sqrt{KV}$, কারণ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K ধ্রুবক।

এটি অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্রের আর একটি গাণিতিক প্রকাশ।

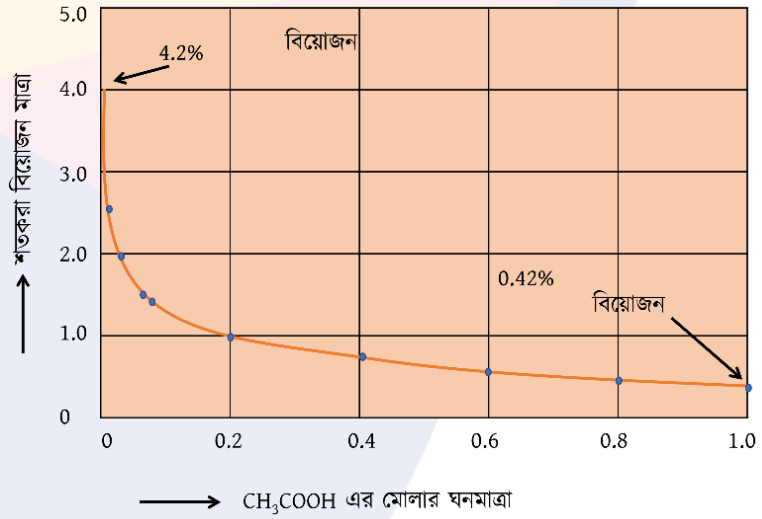
সুতরাং, সমীকরণ থেকে দেখা যায়, দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা (α) দ্রবণের ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। আয়তন মাত্রায় প্রকাশ করলে, দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা (α) দ্রবণের আয়তনের বর্গমূলের সমানুপাতিক।

এ দুই ধরনের গাণিতিক প্রকাশকে ভাষায় প্রকাশ করলে অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র পাওয়া যায়।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা দ্রবণে এর মোলার ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

অন্যভাবে "নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা দ্রবণের আয়তনের বর্গমূলের সমানুপাতিক"।

দ্রবণে $CH_3 - COOH$ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে $CH_3 - COOH$ এর শতকরা বিয়োজনের হার লেখচিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো। এক্ষেত্রে দ্রবণে $CH_3 - COOH$ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে শতকরা বিয়োজনের হ্রাস ঘটে।



লেখচিত্রটিতে দ্রবণে $CH_3 - COOH$ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এর বিয়োজনের হ্রাস দেখানো হয়েছে

- **প্রযোজ্যতাঃ**

(i) এই সূত্র শুধু মাত্র দুর্বল এসিড বা ক্ষারের জন্য প্রযোজ্য।

(ii) এই সূত্র শুধু মাত্র মনোপ্রোটিক এসিড বা ক্ষারের জন্য প্রযোজ্য, অর্থাৎ যারা একটি H^+ পান করে বা একটি OH^- দান করে।

• **Case-01: মনোপ্রোটিক অম্ল বা ক্ষার:**

এক্ষেত্রে $K_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$ (অথবা $K_a = \alpha^2 C$) এবং $K_b = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$ (অথবা, $K_b = \alpha^2 C$)

$[H^+] = \alpha C = \sqrt{K_a \times C}, [OH^-] = \alpha C = \sqrt{K_b \times C}$

ভিন্ন ভিন্ন বিয়োজন ধ্রুবকের একাধিক এসিড/ক্ষার থাকলে, মিশ্রণের $pH = -\log\{\sqrt{K_1C_1} + \sqrt{K_2C_2} + \sqrt{K_3C_3} + \cdots\}$

• **Case-02: ডাইপ্রোটিক বা পলিপ্রোটিক অম্ল / ক্ষারক:**

ডাইপ্রোটিক বা পলিপ্রোটিক অম্ল/ ক্ষারকের ক্ষেত্রে মূল পদ্ধতিতে বিয়োজন ধ্রুবক বের করতে হবে।

Shortcut: পলিপ্রোটিক অম্ল/ক্ষারকের তুল্যসংখ্যা হলে, বিয়োজন মাত্রা $\alpha = \sqrt[e+1]{\frac{K_a}{e^e C^e}}$

p^H ও p^{OH} স্কেল

• pH স্কেল

বিজ্ঞানী সোরেনসেন → $\underbrace{\text{Potenz}}_{\text{Power}}$ of hydrogen ion $= p^H$

- p^H $0 \le p^H \le 14$; p^H শব্দটি কেবল লঘু দ্রবণের জন্যই প্রযোজ্য। স্কেলটি শুধুমাত্র 25° এর জন্য প্রযোজ্য।
- কোনো লঘু দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঋণাত্মক লগারিদম কে p^H বলে।
- লঘু দ্রবণ হওয়ায় $[H^+] = 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ হওয়ায় মান খুব ছোট। তাই log এনে ক্ষুদ্রতম জিনিস নিয়ে কাজ করা হয়।
- $p^H < 0$ হলে Strong acid, $p^H > 14$ হলে Strong base

$$P^H = -\log[H^+]$$
$$\Rightarrow [H^+] = 10^{-P^H}$$

একইভাবে কোনো লঘু দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদম মানকে ঐ দ্রবণের pOH বলা হয়।

$$pOH = -\log[OH^-]$$
$$\Rightarrow \log[OH^-] = -pOH$$
$$\therefore [OH^-] = 10^{-pOH}$$

সুতরাং, কোনো লঘু দ্রবণের 10^{-pOH} হলো ঐ দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা ।

➢ P^H নিয়ে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

01. বিশুদ্ধ পানিতে বা যেকোনো জলীয় দ্রবণে, $pH + pOH = pK_w$

আমরা জানি, $[H_3O^+] \times [OH^-] = K_w$

উভয়দিকে ঋণাত্মক লগারিদম নিয়ে পাই,

$-\log[H_3O^+] - \log[OH^-] = -\log K_w$

$\therefore pH + pOH = pK_w$ [K_w-এর ঋণাত্মক লগারিদমকে বলা হয় pKw]

02. 25°C তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানিতে বা যেকোনো জলীয় দ্রবণে, pH + pOH = 14

আমরা জানি, 25 °C তাপমাত্রায় $K_w = 10^{-14}$

বা, $-\log K = -\log 10^{-14} = 14$ $\therefore pK_w = 14$

$\therefore$ 25°C তাপমাত্রায় $pH + pOH = pK_w = 14$

03. $pH + pOH = 14$, সমস্ত তাপমাত্রাতেই প্রযোজ্য নয়। pH স্কেল থেকে দেখা যায় পানির pH = 7 কিন্তু এ পানিকে উত্তপ্ত করে ফুটন্ত অবস্থায় নিয়ে গেলে পানির pH মান দাঁড়ায় 6.526, এ অবস্থায় কিন্তু পানি প্রশম পদার্থের ন্যায়ই আচরণ করবে। $pH = \log\frac{1}{[H^+]}$ অর্থাৎ pH মান H^+ আয়নের ঘনমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে pH মান কমে যায়। পানির বিয়োজন তাপহারী পরিবর্তন বলে তাপমাত্রার বৃদ্ধির ফলে H^+ আয়ন তথা H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং pH মান হ্রাস পায়।

04. মনে রাখবে, দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা 1 g ion L^{-1}-এর বেশি হলে pH-এর মান 0-এর থেকে কম (ঋণাত্মক) হতে পারে। আবার, দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 1 g ion L^{-1} -এর বেশি হলে pH-এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কারণ, এ অবস্থায় দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা 10^{-14}g ion L^{-1}-এর কম হয়। কাজেই এ দুটি ক্ষেত্রে এসিড বা ক্ষারের ঘনমাত্রা খুব বেশি হয়। তবে pH-এর 0-এর থেকে কম মান বা 14 এর থেকে বেশি মানের কোনো ব্যবহার নেই, কারণ pH শব্দটি কেবল লঘু দ্রবণের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

05. 25°C তাপমাত্রায়, প্রশম জলীয় দ্রবণের ক্ষেত্রে, $pH = 7$
অম্লীয় জলীয় দ্রবণের ক্ষেত্রে, $pH < 7$
এবং ক্ষারীয় জলীয় দ্রবণের ক্ষেত্রে, $pH > 7$

25 °C তাপমাত্রায় pH স্কেলটি নিম্নরূপ-

চিত্র pH স্কেল

০৬.	উৎস	----	জৈব এসিড		নমুনা	----	P^H
	দধি	----	ল্যাকটিক এসিড		লেবুর রস	----	2
	পেয়ারা	----	অক্সালিক "		ভিনেগার	----	3
	লেবু	----	সাইট্রিক "		বৃষ্টির পানি	----	5
	আঙুর (টক)	----	টারটারিক "		দুধ	----	6
	আপেল	----	ম্যালিক "		রক্ত	----	7.4
	কমলা	----	অ্যাসকরবিক "		টুথপেস্ট	----	8
	পিঁপড়া	----	ফরমিক "		চুনের পানি	----	10
	ভিনেগার	----	অ্যাসিটিক "				

বাফার দ্রবণ ও এর P^H

• বাফার দ্রবণ

Buffer → resist/প্রতিরোধ

• **সংজ্ঞাঃ** যে দ্রবণে দুর্বল এসিড বা ক্ষার যোগ করলে P^H এর মান প্রায় স্থির থাকে, তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

➢ তৈরির উপায়ঃ

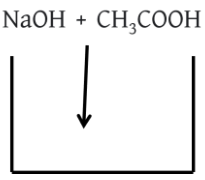
(i) সবল ক্ষার + দুর্বল এসিড(পরিমাণে বেশি) = অম্লীয় বাফার

(ii) সবল এসিড + দুর্বল ক্ষার (পরিমাণে বেশি) = ক্ষারীয় বাফার

Example:

(i) আয়ন হিসেবে বিবেচনা করলে অম্লীয় বাফার দ্রবণ মূলত একটি দুর্বল এসিড এবং এর অনুবন্ধী ক্ষারকের দ্রবণের মিশ্রণ। যেমন: $CH_3COOH(aq) + CH_3COO^-(aq), H_2PO_4^-(aq) + HPO_4^{-2}(aq), HCO_3^-(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ ইত্যাদি। এ কারণে $NaHCO_3(aq) + CaCO_3(aq), NaH_2PO_4(aq) + MgHPO_4(aq)$ – এগুলোও বাফার দ্রবণ, যদিও এখানে ধনাত্মক আয়ন ভিন্ন।

(ii) ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ: (দুর্বল ক্ষারক অনুবন্ধী এসিড); উদাহরণ: (i) $Na_2CO_3 + HCO_3^-$ আয়ন,
(ii) $NH_4OH + NH_4^+$ আয়ন,



বাফার ক্ষমতা: (i) বাফার দ্রবণের P^H এর মান অপরিবর্তিত রাখার ক্ষমতাকে বাফার ক্ষমতা বলে।

• বাফার দ্রবণে pH নির্ণয়ে হেন্ডারসন-হ্যাসেলবাথ সমীকরণ:

(i) অম্লীয় বাফার দ্রবণে P^H:

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+ \ldots$ (i)

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+ \cdots$(ii)

(i) নং এ $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow [H^+] = \frac{K_a[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$

$\Rightarrow -\log [H^+] = -\log \left(K_a \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}\right)$

$\Rightarrow p^H = -\log K_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

$\Rightarrow p^H = p^{Ka} + \log \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$

$\Rightarrow p^H = p^{K_a} + \log \frac{[Salt]}{[Acid]}$

একইভাবে, $p^H = p^{Ka} + \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}}$ [যেহেতু salt ও acid এর আয়তন same]

ক্ষারীয় বাফারঃ $P^{OH} = P^{K_b} + \log \frac{[salt]}{[base]}$

$P^{OH} = p^{K_b} + \log \frac{n_{salt}}{n_{base}}$

• হেন্ডারসন সমীকরণের প্রয়োগ

(i) যখন [লবণ]/[অম্ল]= 1 হয়; তখন log [লবণ]/[অম্ল] = 0 হয় এবং $pH = pK_a$ হয়। সে বাফার দ্রবণের বাফার ক্ষমতা সর্বাধিক (highest buffer capacity) হয়।

(ii) উৎকৃষ্ট বাফার হওয়ার শর্ত: $p^H = p^{Ka} \pm 1$

অর্থাৎ, $-1 \leq \log \frac{[salt]}{[acid]} \leq 1$ হতে হবে

অর্থাৎ, $-1 \leq \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}} \leq 1$ হতে হবে

ক্ষারীয় বাফারের ক্ষেত্রে, $p^{OH} = p^{K_b} \pm 1$

$-1 \leq \log \frac{[salt]}{[base]} \leq 1$

$-1 \leq \log \frac{n_{salt}}{n_{base}} \leq 1$

বাফার দ্রবণের অম্ল-ক্ষার যুগল	pH Range	এসিডের K_a	এসিডের pK_a
১। H – COOH ও H – COONa বাফার	3.7-5.2	HCOOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$	$pK_a = 3.75$
২। CH_3COOH ও CH_3COONa বাফার	3.7-5.6	CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$	$pK_a = 4.75$
৩। NaH_2PO_4 ও Na_2HPO_4 বাফার	5.8-8.0	$H_2PO_4^-$ এর $K_a = 6.2 \times 10^{-8}$	$pK_a = 7.21$
৪। NH_4Cl ও NH_3 (বা, NH_4OH) বাফার	8.5-10.0	NH_4^+ এর $K_a = 5.6 \times 10^{-10}$	$pK_a = 9.25$

বাফার দ্রবণের ক্রিয়া কৌশল

যে রাসায়নিক ক্রিয়া কৌশল এর মাধ্যমে কোনো বাফার দ্রবণ স্বল্প পরিমাণ এসিড বা ক্ষারক মিশ্রিত করার পর ও P^H পরিবর্তন প্রতিরোধ করে, তাকে বাফার ক্রিয়া করে বলে।

অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশলঃ

H^+যোগ করলে: $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$; OH^- → H_2O

OH^-যোগ করলে: $CH_3COONa_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$; H^+ → CH_3COOH

ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশলঃ

H^+যোগ করলে: $NH_4OH_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-$; H^+ → H_2O

OH^-যোগ করলে: $NH_4Cl_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$; OH^- → NH_4OH

রক্তের বাফার কৌশলঃ

মুখ্য ভুমিকা: HCO_3^- H_2CO_3 / বাইকার্বনেট ও কার্বনিক এসিড বাফার।

H^+যোগ করলে: $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$; H^+ → H_2CO_3

OH^-যোগ করলে: $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$; OH^- → $H_2O + CO_3^{2-}$

এসিড বা ক্ষার যোগ করলে P^H পরিবর্তনঃ

অম্লীয় বাফার দ্রবণে → **অতিরিক্ত এসিড যোগ করলে P^H পরিবর্তনঃ**

$$p^H = p^{Ka} + \log \frac{n_{salt} - n_A}{n_{acid} + n_A}$$

→ অতিরিক্ত ক্ষার যোগ করলে P^H পরিবর্তনঃ

$$p^H = p^{Ka} + \log \frac{n_{salt} + n_B}{n_{acid} - n_B}$$

$$\underset{(Salt)}{CH_3COONa} + H^+ \rightarrow \underset{(Acid)}{CH_3COOH} + Na^+; \underset{Acid}{CH_3COOH} + OH^- \longrightarrow \underset{(Salt)}{CH_3COO^-} + H_2O$$

ক্ষারীয় বাফার দ্রবণে → অতিরিক্ত এসিড যোগ করলে P^H পরিবর্তনঃ

$$p^{OH} = p^{K_b} + \log \frac{n_{salt} + n_b}{n_{base} - n_b}$$

অতিরিক্ত ক্ষার যোগ করলে P^H পরিবর্তন:

$$p^{OH} = p^{K_b} + \log \frac{n_{salt} - n_b}{n_{base} + n_b}$$

তাপ রসায়ন

গিবসের মুক্ত শক্তির পরিবর্তন

কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে T কেলভিন তাপমাত্রায় প্রমাণ মুক্তশক্তির পরিবর্তন যদি ΔG হয় এবং এ তাপমাত্রায় বিক্রিয়া সাম্যধ্রুবকের মান K হয়, তাহলে, $\Delta G = -RT\ln K$

মুক্ত শক্তির পরিবর্তন ΔG, বিক্রিয়ার এনথালপির পরিবর্তন ΔH, তাপমাত্রা $T(K)$, এনট্রপির পরিবর্তন ΔS এর মধ্যে সম্পর্কটি হচ্ছে, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

তাৎপর্য: কোনো একটি বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত কীনা তা পুরোপুরি নিশ্চিতভাবে বের করা যায় ΔG এর মান বের করার মাধ্যমে।

i. $\Delta G < 0$ হলে → বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে

ii. $\Delta G > 0$ হলে → বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে না

iii. $\Delta G = 0$ হলে → কোনো উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় রয়েছে। অর্থাৎ $r_f = r_b$

শক্তির নিত্যতা সূত্র ও ভরের নিত্যতা সূত্র

"কোনো সিস্টেমে শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ ঘটে না। এটি শুধু এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত হয় মাত্র।"

একেই শক্তির নিত্যতার সূত্র বলে যা তাপ গতিবিজ্ঞানের ভাষায় তাপ গতিবিজ্ঞানের ১ম সূত্র নামে পরিচিত।

ভরের নিত্যতা সূত্র:

i. পদার্থকে সৃষ্টি করা যায় না বা ধ্বংসও করা যায় না, তাকে এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থায় রূপান্তর করা যায় মাত্র।

ii. যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থসমূহের মোট ভর, বিক্রিয়কগুলোর মোট ভরের সমান থাকে। উদাহরণস্বরূপ, যদি কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় দুইটি বিক্রিয়ক A ও B এর ভর যথাক্রমে m ও n গ্রাম হয় এবং তাদের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে C, D ও E এ তিনটি পদার্থ উৎপন্ন হয়, যাদের ভর যথাক্রমে x, y ও z তবে উপর্যুক্ত সূত্রানুযায়ী, বিক্রিয়ক পদার্থের ভর = উৎপন্ন পদার্থের ভর। অর্থাৎ $(m+n) = (x+y+z)$

তাপীয় পরিবর্তন

বিক্রিয়া তাপ: একটি সমতা বিক্রিয়ায় যে পরিমাণ তাপশক্তি নির্গত বা শোষিত হয় তাকে ঐ বিক্রিয়ার বিক্রিয়া তাপ বলা হয়। যেমন- এক মোল কার্বন মনোক্সাইড অর্ধেক মোল অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে এক মোল কার্বন ডাই-অক্সাইড ও 284.5 kJ তাপ উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন তাপই এই বিক্রিয়ার বিক্রিয়া তাপ।

$CO(g) + \frac{1}{2}O,(s) \longrightarrow CO_2(g) + 284.5kJ$ বা, $\Delta H = -284.5kJ$

বিক্রিয়ার তাপ তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয়। তাই তাপ গতিবিজ্ঞানে 298 K বা 25°C এবং 1 atm চাপে নির্ণিত বিক্রিয়ার তাপকে প্রমাণ বিক্রিয়া তাপ বা আদর্শ হিসেবে গণনা করা হয়।

বিক্রিয়া তাপ শোষণ **দু'ভাবে** হতে পারে (ক) স্থির চাপ ও (খ) স্থির আয়তনে। ধরা যাক কোনো একটি সিস্টেমে এক মোল আদর্শ গ্যাস আছে। উক্ত সিস্টেম স্থির চাপে Q, পরিমাণ তাপ শোষণ করে বাহ্যিক চাপের বিরুদ্ধে সম্প্রসারণজনিত কাজ, $P\Delta V$ এবং এতে এর অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পেল ΔE। তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র অনুযায়ী,

প্রয়োগকৃত তাপ = অভ্যন্তরীণ শক্তিবৃদ্ধি সম্প্রসারণজনিত কাজ

$$Q_p = \Delta E + P\Delta V \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$
$$= E_2 - E_1 + P(V_2 - V_1)$$
$$= (E_2 + PV_2) - (E_1 + PV1)$$
$$= H_2 - H_1 \quad \because\because H = E + PV]$$
$$= \Delta H \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ii) \ldots$$

এনথালপি = সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি চাপ × আয়তন বা, H=E+PV

যেখানে, E = অভ্যন্তরীণ

সুতরাং, স্থির চাপে বিক্রিয়া তাপ এনথালপি পরিবর্তনের সমান। আবার প্রক্রিয়াটি স্থির আয়তনে সংঘটিত হলে,

$\Delta V = 0$, $Q_v = \Delta E + 0$ বা, $Q_v = \Delta E$.....(iii)

$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$ ..... (iv)

$\Delta H = \Delta E + PAV$.....(iv)

$Q_p = Q_v + \Delta nRT$ ..... (viii)

গলন তাপ: স্থির চাপে 1 mol কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে গলন তাপ বলে।

$$H_2O(s) \longrightarrow H_2O(l); \Delta H_{fusion} = 6.0kJ$$

বাষ্পীকরণ তাপ: স্থির চাপে এক মোল পরিমাণ তরল পদার্থ এর স্ফুটনাকে যে পরিমাণ তাপ শোষণ করে বাষ্পে পরিণত হয় সে পরিমাণ তাপকে ঐ পদার্থের বাষ্পীকরণ তাপ বলা হয়।

$$H_2O(l) \longrightarrow H_2O(g); \Delta H = +40.59kJ$$

ঊর্ধ্বপাতন তাপ: স্থির চাপ ও উষ্ণতায় এক মোল কঠিন পদার্থ তার গলনাঙ্কের নিচে যে পরিমাণ তাপ শোষণ করে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়, সে পরিমাণ তাপকে ঊর্ধ্বপাতন তাপ বা এনথালপি বলা হয়।

$$I_2(s) \longrightarrow I_2(g);\ \Delta H = +6236kJ$$

.

পরমাণুকরণ তাপ: এক মোল পরিমাণ কোন পদার্থকে গ্যাসীয় অবস্থায় পরমাণুতে পরিণত করতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে পরমাণুকরণ তাপ বলা হয়। যেমন-

$$\frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow Cl(g); \Delta H = +505.78kJ$$

দ্রবণ তাপ: স্থির উষ্ণতায় এক মোল পরিমাণ কোনো দ্রব পদার্থকে যথেষ্ট পরিমাণ কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত করার পর যদি দেখা যায় যে আরও দ্রাবক যোগ করলেও তাপের কোনোরূপ পরিবর্তন হচ্ছে না তাহলে উক্ত দ্রবণ প্রস্তুতকালে মোট যে তাপের পরিবর্তন হয় তাকে ঐ উষ্ণতায় দ্রব পদার্থটির দ্রবণ তাপ বলে।

মনে রাখো

- পানির গলন তাপ- +6 $kJmol^{-1}$ ।
- গ্রাফাইটের ঊর্ধ্বপাতন তাপ- + 717.02 $kJmol^{-1}$
- দহন তাপ সর্বদা- ঋণাত্মক হয়.
- পদার্থের ঊর্ধ্বপাতন একটি- তাপহারী প্রক্রিয়া।
- কার্বনের দহন তাপ--393.5 $kJmol^{-1}$
- মিথেনের দহন তাপ--892 $kJmol^{-1}$
- যখন রাসায়নিক বন্ধন ভেঙে যায় তখন বন্ধন শক্তি ধনাত্মক, কারণ তাপ- শোষিত হয়।
- বন্ধন এনথালপির একক- কিলোজুল/মোল।

প্রশমন তাপ বা প্রশমন এনথালপি: নির্দিষ্ট উষ্ণতায় এক গ্রাম তুল্য পরিমাণ এসিডকে এক গ্রাম তুল্য পরিমাণ ক্ষারক দ্বারা বা ক্ষারককে এসিড দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে এনথালপির যে পরিবর্তন হয় তাই প্রশমন তাপ বা প্রশমন এনথালপি। অথবা এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 mol পানি উৎপন্ন হলে যে তাপের পরিবর্তন হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। প্রশমন তাপের মান সর্বদা ঋণাত্মক হয়। যেমন-

বিক্রিয়া তাপ = [বিক্রিয়কসমূহের যে সকল বন্ধন ভাঙ্গে তাদের বন্ধন শক্তির সমষ্টি] - [উৎপাদসমূহের যে সকল বন্ধন সৃষ্টি হয় তাদের বন্ধন শক্তির সমষ্টি।

$$\underset{1mol}{HCl(aq)} + \underset{1mol}{NaOH(aq)} \longrightarrow \underset{1mol}{NaCl(aq)} + H_2O(l); \Delta H = -57.34kJ$$

Acid (25°C)	Base	Heat of Reaction (kJ/mol)
HCl (strong)	NaOH (strong)	-57.34
H_2SO_4 (strong)	NaOH (strong)	-57.44
HNO_3 (strong)	NaOH (strong)	-57.35
HCl (strong)	KOH (strong)	-57.43
HNO_3 (strong)	KOH (strong)	-58.03
HF (weak)	NaOH (strong)	-68.6
CH_3COOH (weak)	NaOH (strong)	-55.2
CH_3COOH (weak)	NH_4OH (weak)	-50.4

বন্ধন শক্তি (Bond Energy)

কোনো পদার্থের । মোল নির্দিষ্ট প্রকৃতির যতগুলো বন্ধন আছে তার সবগুলো ভাঙতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তার গড় মানকে ঐ পদার্থের বন্ধন শক্তি বলে।

Bond	Bond Strength (kJ/mol)	Bond	Bond Strength (kJ/mol)	
Cl-Cl	243	C=O	724	
O=O	499	O-O	143	
C-H	414	H-Cl	432	
O-H	460	C-Cl	328	
C-C	344	C=O	350	

ল্যাভয়সিয়ে ও ল্যাপল্যাসের সূত্র

কোনো বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে ঘটলে যে এনথালপি পাওয়া যায়, বিক্রিয়াটিকে বিপরীত দিকে ঘটালে একই পরিমাণ বিপরীত চিহ্ন বিশিষ্ট এনথালপি পাওয়া যাবে। যেমন-

সম্মুখ বিক্রিয়া : $CH_4(g) + 2O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l); \Delta H = -890.35kJ$

বিপরীতমুখী বিক্রিয়া: $2H_2O(l) + CO_2(g) = CH_4(g) + 2O_2(g); \Delta H = 890.35kJ$

হেসের সূত্র

বিজ্ঞানী জি. এইচ. হেস (G.H. Hess) 1840 খ্রিষ্টাব্দে তাপ রসায়নের এ সূত্রটি আবিষ্কার করেন। তার এ সূত্রটি ধ্রুবক তাপ সমষ্টিকরণ সূত্র (Law of constant heat summation) নামেও পরিচিত। সূত্রটি হচ্ছে "যদি আদি ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক ধাপে ঘটলেও যে তাপের পরিবর্তন ঘটবে একাধিক ধাপে ঘটলেও তাপের পরিবর্তন সমান থাকবে।

মনে রাখো,

- কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ যদি স্থির থাকে তবে বিক্রিয়াটি এক ধাপে ঘটুক বা একাধিক ধাপে ঘটুক না কেন, মোট তাপশক্তি পরিবর্তন সর্বদা-সমান হবে।
- হেসের তাপসমষ্টিকরণ সূত্র সমর্থন করে- শক্তির নিত্যতা সূত্রকে।

ল্যাভয়সিয়ের সূত্রের প্রয়োগ

কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ বিক্রিয়ার তাপ জানা থাকলে এবং পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার তাপ অজানা থাকলে ল্যাভয়সিয়ের সূত্র প্রয়োগ করে ঐ বিক্রিয়ার বিক্রিয়া তাপ নির্ণয় করা যায়।

পরিশেষে কিছু কথা

- ✓ কোন সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির সাথে চাপ ও আয়তনের গুণফল যোগ করলে যে মোট শক্তি পাওয়া যায় তাকে এনথালপি বলে। এনথালপিকে H দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- ✓ অভ্যন্তরীণ শক্তি মতো এনথালপিও পদার্থের অবস্থার উপর নির্ভরশীল। এটা কখনও পরম মান হিসাবে নির্ণয় করা যায় না। তবে কোনো একটি সিস্টেমের অবস্থার পরিবর্তনে সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়।
- ✓ এনথালপি = সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি + চাপ × আয়তন; বা, $H = E + PV$
- ✓ গিবস মুক্ত শক্তি হলো একটি তাপগতীয় অপেক্ষক (Thermodynamic function), যা স্থির চাপ ও তাপমাত্রায় সংঘটিত কোনো স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া বা রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটার সম্ভাবনা বা অসম্ভাব্যতা নির্দেশ করে।
- ✓ বিক্রিয়কের অভ্যন্তরীণ শক্তি > উৎপাদের অভ্যন্তরীণ শক্তি: অভ্যন্তরীণ শক্তির হ্রাস: তাপোৎপাদী
- ✓ বিক্রিয়কের অভ্যন্তরীণ শক্তি < উৎপাদের অভ্যন্তরীণ শক্তি: অভ্যন্তরীণ শক্তির বৃদ্ধি: তাপহারী

এসিড ও ক্ষারের প্রশমন তাপের মান:

তীব্র এসিড-তীব্র ক্ষার		
এসিড	ক্ষার	প্রশমন তাপ ($kJ\ mol^{-1}$)
HCl	NaOH	-57.34
H_2SO_4	NaOH	-57.44

মৃদু এসিড/ক্ষার		
CH_3COOH (মৃদু)	NaOH (তীব্র)	-55.2
$CH_3\ COOH$ (মৃদু)	NH_4OH (মৃদু)	-50.4

চলো দেখি কী এসেছে বিভিন্ন বোর্ডে!

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

০১) কোনটির পরিবর্তনকে বিক্রিয়া তাপ বলে?

(ক) এনথালপি (খ) শক্তি (গ) তাপ (ঘ) মুক্তশক্তি

সঠিক উত্তর: (ক) এনথালপি

০২) অ্যাসিডোসিস মানুষের কোন কোষকে দুর্বল করে ফেলে? [য.বো.২৩]

(ক) রক্তকোষ (খ) স্নায়ুকোষ (গ) চোখের কোষ (ঘ) আবরণী কোষ

সঠিক উত্তর: (খ) স্নায়ুকোষ

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

80 mL 0.25 M NH_4OH দ্রবণে 20 mL 0.25 M HCl দ্রবণ যোগ করা হলো। [সি.বো.১৭]

০৩) উদ্দীপক মিশ্রণে অতিরিক্ত এসিড বা ক্ষারের পরিমাণ কত?

(ক) 60 mL NH_4OH

(খ) 40 mL NH_4OH

(গ) 100 mL HCl

(ঘ) 20 mL HCl

সঠিক উত্তর: (ক) 60 mL NH_4OH

০৪) উদ্দীপক মিশ্রণটির pH পরিবর্তন করতে হলে নিম্নের কোনটি সামান্য যোগ করতে হবে?

(ক) NH_4OH

(খ) HNO_3

(গ) HCOOH

(ঘ) CH_3COOH

সঠিক উত্তর: (খ) HNO_3

০৫) কোন প্রক্রিয়াটি তাপোৎপাদী? [দি. বো. ১৯]

(ক) বন্ধন বিয়োজন

(খ) বাষ্পীভবন

(গ) গলন

(ঘ) ঘনীভবন

সঠিক উত্তর: (গ) গলন

০৬) পানির আয়নিক গুণফলের মান কত? [ঢা. বো. ২২]

(ক) 1.0×10^{-14}

(খ) 1.0×10^{-7}

(গ) 1.0×10^{-12}

(ঘ) 1.0×10^{-15}

সঠিক উত্তর: (ক) 1.0×10^{-14}

০৭) পানির আয়নিক গুণফল (K_w) এর একক কোনটি? [সি. বো. ২১]

(ক) $mol\ l^{-1}$

(খ) $mol^2\ L^{-2}$

(গ) $Mol^{-2}\ L^2$

(ঘ) $mol^2\ L^2$

সঠিক উত্তর: (খ) $mol^2\ L^{-2}$

ব্যাখ্যা: $K_w = [H^+] \times [OH^-]$

$= (mol\ L^{-1})\ x\ (mol\ L^{-1})$

$= mol^2\ L^{-2}$

অর্থাৎ K_w এর একক $mol^2\ L^{-2}$

০৮) কোন তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফলের মান সর্বাধিক? **[কু. বো. ১৯]**

(ক) 10 °C

(খ) 25 °C

(গ) 30 °C

(ঘ) 100 °C

সঠিক উত্তর: (ঘ) 100 °C

ব্যাখ্যা: পানির আয়নিক গুণফল: পানির H^+ ও OH^- আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রার গুণফলকে আয়নিক গুণফল (K_w) বলা হয়।

বিভিন্ন তাপমাত্রার K_w এর মান নিম্নরূপ:

তাপমাত্রা (C)	$K_w(mol^2L^{-2})$
0	0.0114×10^{-14}
10	0.292×10^{-14}
25	1.0×10^{-14}
30	1.468×10^{-14}
40	2.12×10^{-14}
100	7.5×10^{-14}

সুতরাং 100°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল (K_w) এর মান সর্বাধিক। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর: (ঘ)।

০৯) একটি 1.0 মোলার NH_4OH দ্রবণের বিয়োজন মাত্রা 1.34%। উক্ত দ্রবণটির K_b এর মান কত? **[ব. বো. ২১]**

(ক) 1.659×10^{-4}

(খ) 1.975×10^{-6}

(গ) 1.567×10^{-6}

(ঘ) 1.795×10^{-4}

সঠিক উত্তর: (ঘ) 1.795×10^{-4}

ব্যাখ্যা:

$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$

$K_b = \alpha^2 \times C = (0.0134)^2 \times 1$

এখানে,

C = 1M

α = 1.34% = 0.0134

K_b=?

১০) 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল 1×10^{-14} হলে $[OH^-]$ এর মান নিচের কোনটি? **[ঢা.বো.২৩]**

(ক) 10^{-14}

(খ) 10^{-7}

(গ) 10^7

(ঘ) 10^{14}

সঠিক উত্তর: (খ) 10^{-7}

১১) বিশুদ্ধ পানিতে কয়েক ফোঁটা HCl যোগ করলে K_w এর মান হবে কত?

(ক) 1×10^{-16}

(খ) 1×10^{-14}

(গ) 1×10^{-11}

(ঘ) 1×10^{-7}

সঠিক উত্তর: (খ) 1×10^{-14}

ব্যাখ্যা: বিশুদ্ধ পানিতে এসিড বা ক্ষার যা কিছু যোগ করা হোক না কেন K_w এর মান স্থির থাকে।

১২) HA এর $K_a = 1.8 \times 10^{-6}$ হলে 0.2 M HA এর pOH কত? [চ. বো. ২১]

(ক) 13.300

(খ) 10.778

(গ) 3.220

(ঘ) 0.6989

সঠিক উত্তর: (খ) 10.778

ব্যাখ্যা: $[H^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-6} \times 0.2}$
$= 6 \times 10^{-4} M$
$\therefore pH = -\log(6 \times 10^{-4}) = 3.220$
$\therefore pOH = 14 - 3.220 = 10.778$

১৩) 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল কত? [ম. বো. '২৩]

(ক) 1 mgL

(খ) 14

(গ) 10^{-14}

(ঘ) 6.023×10^{21}

সঠিক উত্তর: (গ) 10^{-14}

১৪) বিশুদ্ধ পানিতে কয়েক ফোঁটা NaOH দ্রবণ যোগ করলে K_w এর মান কত হবে?

(ক) 10^{-16}

(খ) 10^{-14}

(গ) 10^{-13}

(ঘ) 10^{-14}

সঠিক উত্তর: (খ) 10^{-14}

১৫) 25°C তাপমাত্রায় পানির pK_w এর মান কত? [রা. বো. ২১]

(ক) 7

(খ) 10

(গ) 12

(ঘ) 14

সঠিক উত্তর: (ঘ) 14

ব্যাখ্যা: 25°C তাপমাত্রায় পানির K_W এর মান
$= 1 \times 10^{-14}$
$\therefore pK_W = -\log K_W = -\log(1 \times 10^{-14}) = 14$

১৬) কোন অক্সাইডটি সবচেয়ে বেশি অম্লধর্মী? [রা. বো. ১৯]

(ক) P_2O_3

(খ) Cl_2O_7

(গ) SO_3

(ঘ) CO_2

সঠিক উত্তর: (খ) Cl_2O_7

ব্যাখ্যা: P_2O_3 এ P এর জারণ সংখ্যা + 3

Cl_2O_7 এ Cl এর জারণ সংখ্যা + 7

SO_3 এ S এর জারণ সখ্যা + 6

CO_2 এ C এর জারণ সংখ্যা + 4

∴ অম্লত্বের ক্রমানুযায়ী, $Cl_2O_7 > SO_3 > CO_2 > P_2O_3$

সুতরাং Cl_2O_7 সবচেয়ে বেশি অম্লধর্মী অক্সাইড।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

১৭) কোনটি শক্তিশালী এসিড? **[ঢা. বো. ২১]**

(ক) HNO_2

(খ) HNO_3

(গ) H_2SO_3

(ঘ) H_2SO_4

সঠিক উত্তর: (ঘ) H_2SO_4

ব্যাখ্যা: যে অক্সি এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান বেশি সেটি শক্তিশালী এসিড; যেমন-

$\overset{+6}{H_2SO_4} > \overset{+5}{HNO_3} > \overset{+3}{H_2SO_3} > \overset{+3}{HNO_2}$

১৮) কতগুলো এসিডের pK_a মান হল: A=4.7, B = 3.25, C = 6.4, D = 1.8 ; শক্তিশালী এসিড কোনটি? **[রা. বো. ২১]**

(ক) D

(খ) B

(গ) A

(ঘ) C

সঠিক উত্তর: (ক) D

ব্যাখ্যা: যে এসিডের pK_a মান যত কম সে এসিড তত অধিক শক্তিশালী। এজন্য D(1.8) > B(3.25) > A(4.7) > C (6.4)

১৯) সবচেয়ে দুর্বল এসিড কোনটি? **[রা. বো, ২২]**

(ক) H_2SO_4

(খ) HNO_3

(গ) $HClO_4$

(ঘ) H_3PO_3

সঠিক উত্তর: (ঘ) H_3PO_3

ব্যাখ্যা: অক্সি এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত কম সে এসিড তত দুর্বল।

$\overset{+6}{H_2SO_4} > \overset{+5}{HNO_3} > \overset{+3}{HClO_3} > \overset{+3}{H_3PO_2}$

এজন্য H_3PO_3 দুর্বল এসিড।

২০) কোনটি অধিক শক্তিশালী এসিড? **[রা . বো. ১৯; য. বো. ২২]**

(ক) HF

(খ) HCl

(গ) HBr

(ঘ) HI

সঠিক উত্তর: (ঘ) HI

২১) একটি বাফার দ্রবণে 0.2 মোল মনোবেসিক এসিড এবং 0.02 মোল উক্ত এসিডের পটাশিয়াম লবণ আছে। এর pH কোনটি? **[সি. বো. ১৯]**

(ক) 2.8

(খ) 3.8

(গ) 4.8

(ঘ) 5.8

সঠিক উত্তর: (খ) 3.8

২২) HNO_2 , HNO_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 এসিডগুলোর তীব্রতার সঠিক ক্রম-

(ক) $HNO_3 > H_3PO_4 > HNO_2 > H_3PO_3$

(খ) $H_3PO_4 > HNO_3 > HNO_2 > H_3PO_3$

(গ) $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3PO_3 > HNO_2$

(ঘ) $H_3NO_3 > HNO_3 > H_3PO_3 > HNO_2$

সঠিক উত্তর: (ক) $HNO_3 > H_3PO_4 > HNO_2 > H_3PO_3$

ব্যাখ্যা: HNO_3 এবং H_3PO_4 উভয়ের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা সমান (+ 5)। তবে নাইট্রোজেন পরমাণুর আকার ফসফরাসের চেয়ে ছোট বলে ফসফরাসের তুলনায় নাইট্রোজেনের ঘনত্ব বেশি। এ কারণে তীব্রতা অনুসারে $\overset{+5}{HNO_3} > \overset{+5}{H_2PO_3}$ অনুরূপভাবে, $\overset{+3}{HNO_2} > \overset{+3}{H_3PO_3}$.

২৩) এসিডের শক্তির সঠিক ক্রম কোনটি? **[দি. বো. ২২]**

(ক) $HBrO_4 > HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$

(খ) $HClO_4 > HBrO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$

(গ) $HClO_4 > HBrO_4 > H_3PO_4 > HNO_3$

(ঘ) $HNO_3 > H_3PO_4 > HCO_4 > HBrO_4$

সঠিক উত্তর: (খ) $HClO_4 > HBrO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$

২৪) নিচের কোনটি অধিক তীব্র অম্ল? **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) HNO_3

(খ) H_3PO_4

(গ) H_2SO_4

(ঘ) $HClO_4$

সঠিক উত্তর: (ঘ) $HClO_4$

২৫) এসিডগুলোর তীব্রতার সঠিক ক্রম কোনটি? **[ব. বো. ২২]**

(ক) $HClO_4 > H_2SO_3 > HNO_3 > H_3PO_4$

(খ) $HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3$

(গ) $HClO_4 > H_3PO_4 > HNO_3 > H_2SO_3$

(ঘ) $HClO_4 > H_2SO_3 > H_3PO_4 > HNO_3$

সঠিক উত্তর: (খ) $HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3$

ব্যাখ্যা: অক্সিএসিডসমূহের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান বৃদ্ধির সাথে এসিডগুলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পায়। $HClO_4$, HNO_3, H_3PO_4 ও H_2SO_3 এসিডগুলোর কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যথাক্রমে + 7, + 5, +5, +4 । H_3PO_4 ও HNO_3 এর জারণ মান সমান হলেও N এর আকার ছোট হওয়ায় HNO_3 শক্তিশালী অম্ল।

২৬) কোনটি শক্তিশালী এসিড? **[ম. বো. ২২]**

(ক) HNO_2

(খ) HNO_3

(গ) H_2SO_4

(ঘ) H_2SO_3

সঠিক উত্তর: (গ) H_2SO_4

২৭) সর্বাপেক্ষা শক্তিশালী ক্ষার কোনটি? [চ. বো. ২১]

(ক) NaOH

(খ) KOH

(গ) CsOH

(ঘ) RbOH

সঠিক উত্তর: (গ) CsOH

২৮) নিচের কোন এসিডটি বেশি তীব্র?

(ক) $HClO_4$

(খ) $HBrO_4$

(গ) HIO_4

(ঘ) NHO_2

সঠিক উত্তর: (ক) $HClO_4$

ব্যাখ্যা: অক্সি এসিডসমূহের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণমান যত বেশি হবে এসিডটির তীব্রতা তত বেশি হবে। কিন্তু কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান একই হলে যার আকার যত ছোট তার ইলেকট্রন ঘনত্ব তত বেশি। এ কারণে সে যৌগ তত বেশি অম্লীয় হবে। এজন্য $HClO_4$ বেশি তীর এসিড।

২৯) অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্রের গাণিতিক প্রকাশ কোনটি? [রা. বো. ২২]

(ক) $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

(খ) $\alpha = \sqrt{\frac{C}{K_a}}$

(গ) $\alpha = \sqrt{\frac{1}{K_a}}$

(ঘ) $\alpha = \frac{1}{\sqrt{C}}$

সঠিক উত্তর: (ক) $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

৩০) অম্ল বা ক্ষারের বিয়োজন মাত্রার সাথে দ্রবণের ঘনমাত্রার সম্পর্ক কোনটি? [ব. বো, ২২]

(ক) ব্যস্তানুপাতিক

(খ) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

(গ) সমানুপাতিক।

(ঘ) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

সঠিক উত্তর: (ঘ) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

বা, $\alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$

অর্থাৎ মাত্রা ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

৩১) দুর্বল অম্লের বিয়োজন মাত্রা- [ম. বো. ২২]

(ক) $\sqrt{\frac{K_b}{C}}$

(খ) $\sqrt{\frac{C}{K_a}}$

(গ) $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$

(ঘ) $\sqrt{K_aC}$

সঠিক উত্তর: (গ) $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$

৩২) NH_4OH দ্রবণের K_b এর মান কত?

(ক) 1.79×10^{-5}

(খ) 1.1×10^{-4}

(গ) 1.07×10^{-8}

(ঘ) 1.7×10^{-6}

সঠিক উত্তর: (ক) 1.79×10^{-5}

ব্যাখ্যা:

যৌগের নাম	K_b এর মান
NH_4OH	1.79×10^{-5}
AgOH	1.1×10^{-1}
NH_2OH	1.07×10^{-8}
NH_2 - NH_2	1.7×10^{-6}

৩৩) 1.0 molar দ্রবণে HCN এর শতকরা কত ভাগ বিয়োজিত হয়? $[K_a = 4.0 \times 10^{-10}]$

(ক) $2.0 \times 10^{3}\%$

(খ) $2.0 \times 10^{-3}\%$

(গ) $1.0 \times 10^{-3}\%$

(ঘ) $2.0 \times 10^{-10}\%$

সঠিক উত্তর: (খ) $2.0 \times 10^{-3}\%$

ব্যাখ্যা: HCN একটি মৃদু এসিড বলে এর তুলনায় 'α' খুবই নগণ্য ধরে নিলে -আমরা পাই,

$\alpha^2C = K_a$

বা $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

$= \sqrt{\frac{4.0 \times 10^{-10}}{1.0}}$

$= 2.0 \times 10^{-5}$

এখানে,

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

$C = 1.0M$

α=?

∴ HCN দ্রবণের বিয়োজনের শতকরা পরিমাণ = $2.0 \times 10^{-5} \times 100$

$= 2.0 \times 10^{-3}\%$

৩৪) $H_2S \rightleftharpoons 2H^+(aq) + S^{2-}(aq)$কোন মাধ্যমে H_2S এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে?

(ক) অম্লীয় মাধ্যমে

(খ) লবণ মাধ্যম

(গ) নিরপেক্ষ মাধ্যমে

(ঘ) ক্ষারীয় মাধ্যমে

সঠিক উত্তর: (ঘ) ক্ষারীয় মাধ্যমে

৩৫) নিচের কোনটি এসিড হিসেবে কাজ করে?

(ক) $FeCl_3$

(খ) SF_6

(গ) XeF_2

(ঘ) CaF_2

সঠিক উত্তর: (ক) $FeCl_3$

৩৬) এসিডিটির তীব্রতার সঠিক ক্রম কোনটি? [দি. বো. ১৯]

(ক) $H_2SO_4 > H_3PO_4 > HClO_4 > HBrO_4$

(খ) $HClO_4 > HBrO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4$

(গ) $H_3PO_4 > H_2SO_4 > HBrO_4 > HClO_4$

(ঘ) $HBrO_4 > HClO_4 > H_3PO_4 > H_2SO_4$

সঠিক উত্তর: (খ) $HClO_4 > HBrO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4$

৩৭) Al_2O_3 এর অম্লত্ব হচ্ছে- [রা. বো. ২৩]

(ক) 2

(খ) 3

(গ) 4

(ঘ) 6

সঠিক উত্তর: (ঘ) 6

ব্যাখ্যা: 1 মোল Al_2O_3 6 মোল এসিডকে প্রশমিত করে।

তাই Al_2O_3 এর অম্লত্ব 6।

$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O.$

৩৮) Fe_2O_3 এর অম্লত্ব কত?

(ক) 2

(খ) 3

(গ) 4

(ঘ) 6

সঠিক উত্তর: (ঘ) 6

৩৯) কোন বিক্রিয়াতে পানি একটি ব্রনস্টেড-লাউরি অম্ল হিসাবে ক্রিয়া করে? [য.বো. ১৭]

(ক) $H_2O + HCl \rightarrow H_3O^{(+)} + Cl^{(-)}$

(খ) $H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^{(+)} + OH^{(-)}$

(গ) $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$

(ঘ) $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$

সঠিক উত্তর: (খ) $H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^{(+)} + OH^{(-)}$

ব্যাখ্যা: ব্রনস্টেড-লাউরি মতবাদ অনুসারে অম্ল হল এমন একটি যৌগ বা আয়ন যা অন্য পদার্থকে প্রোটন দান করতে পারে

$H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

বিক্রিয়ায় পানি অণু NH_3 কে একটি প্রোটন (H^+) দান করে। অর্থাৎ এই বিক্রিয়ায় পানি অণু ব্রনস্টেড-লাউরি মতবাদ অনুযায়ী অম্ল হিসাবে ক্রিয়া করে।

$H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

বিক্রিয়ায় H_2O অণু প্রোটন গ্রহণ করে। তাই ব্রনস্টেড-লাউরি মতবাদ অনুযায়ী H_2O ক্ষারক হিসাবে কাজ করে।

$H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$

বিক্রিয়ায় প্রোটনের আদান প্রদান হয় নাই।

$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$

বিক্রিয়ায় প্রোটনের আদান প্রদান হয় নাই। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৪০) 2.5% H_2SO_4 দ্রবণের OH^- এর ঘনমাত্রা হল- [য. বো. ২১]

(ক) 3.92×10^{-7}

(খ) 1.95×10^{-9}

(গ) 3.92×10^{-14}

(ঘ) 1.95×10^{-14}

সঠিক উত্তর: (ঘ) 1.95×10^{-14}

ব্যাখ্যা : $S = \frac{2.5}{100} \times \frac{1000}{98}$ [$\because$ H_2SO_4 এর আণবিক ভর 98] বা

$= 0.255\ M$

$\therefore H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$

বা $pH = -\log(2 \times 0.255) = 0.292$

$\therefore\ pOH = 14 - pH = 14 - 0.292 = 13.71$

বা $[OH^-] = 10^{-1191} = 1.96 \times 10^{-14}$

৪১) H_2O এর অনুবন্ধী হয় কোনটি? [ঢা. বো. ২১]

(ক) OH^-

(খ) H^+

(গ) O^{2-}

(ঘ) H_3^+O

সঠিক উত্তর: (ঘ) H_3^+O

ব্যাখ্যা: কোনো ক্ষারকের সাথে একটি প্রোটন (H^+) যুক্ত করলে সৃষ্ট অম্ল হলো অনুবন্ধী অম্ল।

$H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl$

৪২) HSO_4^- আয়নের অনুবন্ধী ক্ষারক কোনটি? [য. বো. ১৬]

(ক) H_2SO_4

(খ) SO_4^{2-}

(গ) H_3O^+

(ঘ) H_2O

সঠিক উত্তর: (খ) SO_4^{2-}

৪৩) নিম্নের এসিডগুলির মধ্যে শক্তিশালী এসিড কোনটি? [য. বো. ১৯]

(ক) HNO_3

(খ) HIO_3

(গ) H_3PO_4

(ঘ) $HClO_4$

সঠিক উত্তর: (ঘ) $HClO_4$

৪৪) নিচের হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের মধ্যে কোনটি তীব্র এসিড? [কু. বো. ১৬]

(ক) HCl

(খ) HBr

(গ) HF

(ঘ) HI

সঠিক উত্তর: (ঘ) HI

৪৫) নিচের কোনটি HSO_4^- এর অনুবন্ধী অম্ল? [দি. বো. ২১]

(ক) SO_4^{2-}

(খ) SO_3^{2-}

(গ) H_2SO_3

(ঘ) H_2SO_4

সঠিক উত্তর: (ঘ) H_2SO_4

৪৬) মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা ও ঘনমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক কী? **[কু. বো ২১]**

(ক) বিয়োজন মাত্রা ঘনমাত্রার সমানুপাতিক

(খ) বিয়োজন মাত্রা ঘনমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক

(গ) বিয়োজন মাত্রা ঘনমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক

(ঘ) বিয়োজন মাত্রা ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

সঠিক উত্তর: (ঘ) বিয়োজন মাত্রা ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

ব্যাখ্যা: : $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$; α = বিয়োজন মাত্রা; C = ঘনমাত্রা

অর্থাৎ বিযোজন মাত্রা ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

সঠিক উত্তর: (ঘ)।

৪৭) কোনটির বিয়োজন মাত্রার সবচেয়ে বেশি?

(ক) 1 M HCl

(খ) 0.5M HCl

(গ) 0.1M HCI

(ঘ) 0.05M HCI

সঠিক উত্তর: (ক) 1 M HCl

৪৮) অক্সি এসিডের তীব্রতার সঠিক ক্রম কোনটি?

(ক) $HClO_4 > HClO > HClO_3$

(খ) $HClO_4 > H_2SO_4 > HNO_3$

(গ) $H_3PO_4 > HNO_3 > H_2SO_4$

(ঘ) $H_2SO_4 > HNO_3 > HClO_3$

সঠিক উত্তর: (খ) $HClO_4 > H_2SO_4 > HNO_3$

৪৯) এসিডের ঘনমাত্রা নির্ভর করে-

i. বিয়োজন ধ্রুবকের উপর

ii. কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকারের উপর

iii. দ্রাবকের উপরে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও ii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (খ) i ও ii

৫০) $P_2O_5 + H_2O \rightarrow X_i$; বিক্রিয়াটিতে x একটি-

i. এসিড

ii. পলিপ্রোটিক এসিড

iii. তীব্র ক্ষার

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (ক) i ও ii

বিক্রিয়াটি লক্ষ কর এবং ৫২ ও ৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$\mathbf{CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+}$ [চ. বো. ২১]

৫২) বিক্রিয়াটিতে অনুবন্ধী ক্ষারক কোনটি?

(ক) CH_3COOH

(খ) H_2O

(গ) CH_3COO^-

(ঘ) H_3O^+

সঠিক উত্তর: (গ) CH_3COO^-

ব্যাখ্যা:

$\underset{\text{ম্}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ক্ষারক}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{নবন্}}{CH_3} - \underset{\text{ক্ষারক}}{COO^-} + \underset{\text{নবন্ ম্}}{H_1O^+}$

উত্তর (গ) $CH_3 - COO$।

৫৩) উদ্দীপকে অম্লের ঘনমাত্রা 0.001 M এবং বিয়োজন মাত্রা 10% হলে, K_a এর মান কত?

(ক) 0.00001

(খ) 0.0001

(গ) 0.001

(ঘ) 0.1

সঠিক উত্তর:: (ক) 0.00001

ব্যাখ্যা:

$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

বা, $\alpha^2 = \frac{K_a}{C}$

$K_a = \alpha^2 \times C = (0.1)^2 \times 0.001$

$= 0.00001$

এখানে,

$\alpha = 10\% = 0.1$

$C = 0.001M$

৫৪) কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা $3.98 \times 10^{-2} molL^{-1}$ হলে pH এর মান কত? [কু. বো. ১৬]

(ক) 1.0

(খ) 1.4

(গ) 1.8

(ঘ) 2.4

সঠিক উত্তর: (খ) 1.4

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

কোনো দ্রবণের $pH = -\log [H^+]$

$= -\log [3.98 \times 10^{-2}]$

= 1.4

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৫৫) 0.1 M NH_4OH দ্রবণের pH মান কত? $(K_b = 1.8 \times 10^{-5})$ [ঢা. বো. ২২]

(ক) 11.12

(খ) 2.87

(গ) 2.00

(ঘ) 1.12

সঠিক উত্তর: (ক) 11.12

ব্যাখ্যা: $[OH^-] = \sqrt{K_b \times C}$

$= \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}$

$= 4.243 \times 10^{-3} M$

$\therefore pOH = -\log(4.243 \times 10^{-3})$

$= 2.37$

$\therefore pH = 14 - 2.37 = 11.63$

৫৬) 0.1 M H_2SO_4 দ্রবণের pH কত?

(ক) 0.699

(খ) 1.88

(গ) 2.3

(ঘ) 3.5

সঠিক উত্তর: (ক) 0.699

ব্যাখ্যা: $[H^+] = 2 \times 0.1 = 0.2$

$pH = -\log[H^+]$

$= -\log[0.2]$

$= 0.699$

৫৭) 0.02 M H_2SO_4 দ্রবণের pH মান কত?

(ক) 1.39

(খ) 2

(গ) 12.85

(ঘ) 4

সঠিক উত্তর: (ক) 1.39

ব্যাখ্যা: $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^{+-} + SO_4^{2-}$

2 x 0.02

$\therefore pH = -\log(2 \times 0.02) = 1.39$

৫৮) 0.00005 M H_2SO_4 দ্রবণের pH কত?

(ক) 4

(খ) 5

(গ) 6

(ঘ) 3

সঠিক উত্তর: (ক) 4

ব্যাখ্যা: $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

2×0.00005 M

$\therefore pH = -\log(2 \times 0.00005) = 4.0$

৫৯) 0.05 M ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণের pH কত?

(ক) 1

(খ) 11

(গ) 3.3

(ঘ) 13

সঠিক উত্তর: (ঘ) 13

ব্যাখ্যা: $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$

$pOH = -\log (2 \times 0.05) = 1$

$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$

৬০) 0.05 M HCl দ্রবণের pH কত?

(ক) 1.301

(খ) 0.10

(গ) 13.0

(ঘ) 1.0

সঠিক উত্তর: (ক) 1.301

ব্যাখ্যা: $pH = -\log [H^+] = -\log (0.05) = 1.301$

৬১) নিচের কোনটির জলীয় দ্রবণের pH সর্বাধিক? [কু. বো. ২২]

(ক) NH_3

(খ) PH_3

(গ) HF

(ঘ) H_2S

সঠিক উত্তর: (ক) NH_3

ব্যাখ্যা: HF, H_2S দুর্বল এসিড। এজন্য pH মান কম। NH_3 ও PH_3 ক্ষারক হওয়ায় pH মান বেশি। তবে NH_3 এর ক্ষারকত্ব PH_3 অপেক্ষা বেশি বলে NH_3 এর pH মান সর্বাধিক।

৬২) 1% (w/V) H_2SO_4 দ্রবণের pH কত? [চ. বো. ২৩]

(ক) 0.31

(খ) 0.69

(গ) 0.99

(ঘ) 1.00

সঠিক উত্তর: (খ) 0.69

ব্যাখ্যা: $S = \frac{10Y}{M} = \frac{10\times1}{98} = 0.10204$ M

$[H^+] = 2 \times 0.10204 = 0.20408$ M

$pH = -\log[H^+] = -\log(0.20408) = 0.69$

৬৩) 5×10^{-3} M H_2SO_4 দ্রবণের pH এর মান কত? [সি. বো. ২০]

(ক) 1

(খ) 2

(গ) 3

(ঘ) 4

সঠিক উত্তর: (খ) 2

ব্যাখ্যা: H_2SO_4 এ $[H^+] = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 0.01$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log(0.01) = 2.$

৬৪) 3.5% Na_2CO_3 দ্রবণের pH কত? [ঢা. বো. ২২]

(ক) 13.8

(খ) 12.7

(গ) 11.5

(ঘ) 10.5

সঠিক উত্তর: (ক) 13.8

ব্যাখ্যা: Na_2CO_3 এর ঘনমাত্রা, $S = \frac{3.5}{100} \times \frac{1000}{106} = 0.33M$

∴ pOH = -log(2 × 0.33) = 0.18 ∴ pH = 14 - 0.18 = 13.82

৬৫) 0.01 M NaOH দ্রবণের pH কত? [সি. বো. ২১]

(ক) 12

(খ) 13

(গ) 14

(ঘ) 15

সঠিক উত্তর: (ক) 12

ব্যাখ্যা: $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.01 M 0.01 M

pOH = -log(0.01) = 2

∴ pH = 14 - 2 = 12

৬৬) 0.3 M CH_3COOH দ্রবণের pH কত? [য. বো. ২২]

$[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$

(ক) 2.63

(খ) 3.62

(গ) 1.34

(ঘ) 2.87

সঠিক উত্তর: (ক) 2.63

ব্যাখ্যা : $[H^+] = \sqrt{K_a \times C}$

$= \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.3)}$

$= 2.324 \times 10^{-3}$

∴ pH = $-\log[H^+]$

$= -\log(2.324 \times 10^{-3})$

= 2.63

৬৭) কোনো দ্রবণের pH 12 হলে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কত? [রা. বো. ২০]

(ক) 1×10^{-2} M

(খ) 1×10^{-10} M

(গ) 1×10^{-12} M

(ঘ) 1×10^{-14} M

সঠিক উত্তর: (ক)

ব্যাখ্যা: pOH = 14 - pH = 14 - 12 = 2

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2} = 1 \times 10^{-2}$ M

৬৮) কোন pH মানের দ্রবণটিতে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা বেশি? [য. বো. ২১]

(ক) 2.3

(খ) 5.5

(গ) 7.4

(ঘ) 9.5

সঠিক উত্তর: (ক) 2.3

ব্যাখ্যা: এখন pH = 2.3 হলে

অর্থাৎ, $- \log[H^+] = 2.3$

বা, $[H^+] = 10^{-2.3} = 5.01 \times 10^{-3}$ M

5.5 এর জন্য, $[H^+] = 10^{-5.5} = 3.16 \times 10^{-6}$ M

7.4 এর জন্য, $[H^+] = 10^{-7.5} = 3.98 \times 10^{-8}$ M

9.5 এর জন্য $[H^+] = 10^{-9.5} = 3.16 \times 10^{-10}$ M

সঠিক উত্তর : (ক) 2.3

৬৯) একটি সবল ক্ষার দ্রবণের ঘনমাত্রা 2×10^{-3} $molL^{-1}$ হলে ঐ দ্রবণের pH মান কত? [য. বো. ২০]

(ক) 9.3

(খ) 10.3

(গ) 11.3

(ঘ) 12.3

সঠিক উত্তর: (গ) 11.3

ব্যাখ্যা: $pOH = - \log (2 \times 10^{-3}) = 2.7$

$\therefore$ pH = 14 - 2.7 = 11.3

৭০) কোনো দ্বি-ক্ষারীয় এসিডের মোলার ঘনমাত্রা 0.05 M হলে pH কত হবে?

(ক) 0.3

(খ) 1.0

(গ) 13

(ঘ) 13.7

সঠিক উত্তর: (খ) 1.0

ব্যাখ্যা: $[H^+] = 2 \times 0.05 = 0.1$

$pH = - \log [H^+] = - \log (0.1) = 1$

৭১) pH = 1.5 মানের দ্রবণটি pH = 4.5 মানের দ্রবণের তুলনায় কতগুণ বেশি অম্লীয়?

(ক) 100

(খ) 500

(গ) 1000

(ঘ) 5000

সঠিক উত্তর: (গ) 1000

ব্যাখ্যা : pH = 1.5 হলে $[H^+] = 10^{-1.5}$

pH = 4.5 হলে $[H^+] = 10^{-4.5}$

$\therefore$ ঘনমাত্রা $= \frac{10^{-1.5}}{10^{-4.5}} = 1000$

৭২) 1 মোল CH_3COOH এবং 1 মোল CH_3COONa সমন্বয়ে তৈরি বাফার দ্রবণের pH কত?

(ক) 4.74

(খ) 3.47

(গ) 5.47

(ঘ) 2.74

সঠিক উত্তর: (ক) 4.74

ব্যাখ্যা : $\text{pH} = \text{pK}_a + \log\frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$

$= 4.74 + \log\left(\frac{1}{1}\right)$

$= 4.74 + 0 = 4.74$

৭৩) একটি দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 3.5×10^{-4} হলে ঐ দ্রবণের pH কত? **[দি. বো. ১৯]**

(ক) 3.55

(খ) 10.54

(গ) 12.55

(ঘ) 13.54

সঠিক উত্তর: (খ) 10.54

ব্যাখ্যা : pOH = - log $[OH^-]$

= - log (3.5×10^{-4}) = 3.46

∴ pH = 14 - pOH = 14 - 3.46 = 10.54

৭৪) কোন দ্রবণের $[OH^-] = 3.4 \times 10^{-5}$ mol L^{-1} হলে ঐ দ্রবণের pH কত?

(ক) 2.94

(খ) 4.47

(গ) 9.53

(ঘ) 11.53

সঠিক উত্তর: (গ) 9.53

ব্যাখ্যা : pOH = - log $[OH^-]$ = - log (3.4×10^{-5}) = 4.47

pH = 14 - 4.47 = 9.53

৭৫) ফুটন্ত অবস্থায় পানির pH কত?

(ক) 0

(খ) 7

(গ) 7 এর বেশি

(ঘ) 7 এর কম

সঠিক উত্তর: (ঘ) 7 এর কম

ব্যাখ্যা : 100 °C তাপমাত্রায় (ফুটন্ত অবস্থায়) পানির আয়নিক গুণফল, $K_w = 8.7 \times 10^{-14}$

অর্থাৎ $[H^+] = 4.35 \times 10^{-9} = [OH^-]$

$\text{pH} = -\log[H^+] = -\log(4.35 \times 10^{-7}) = 6.36 < 7$

৭৬) ডেসিমোলার NaOH দ্রবণের pH কত?

(ক) 12

(খ) 7

(গ) 13

(ঘ) 1

সঠিক উত্তর: (গ) 13

ব্যাখ্যা : ডেসিমোলার NaOH অর্থাৎ $[OH^-]$ = 0.1 M

pOH = -log (0.1) = 1

pH = 14 - 1 = 13

৭৭) নিচের কোন pH মানের দ্রবণটিতে H^+ এর ঘনমাত্রা বেশি? **[ঢা. বো. ১৫]**

(ক) 9.5

(খ) 7.4

(গ) 5.5

(ঘ) 2.3

সঠিক উত্তর: (ঘ) 2.3

ব্যাখ্যা : pH ও H^+ এর ঘনমাত্রার মধ্যকার সম্পর্ক : কোনো দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা যত কমতে থাকে, ঐ দ্রবণের pH তত বাড়তে থাকে। সুতরাং যে দ্রবণের pH কম তার ঘনমাত্রা বেশি।

এখানে, 2.3 মানের দ্রবণটির ঘনমাত্রা বেশি হবে, যেহেতু এর pH ই সবচেয়ে কম।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

৭৮) দুটি অম্লীয় দ্রবণের pH যথাক্রমে 3.0 ও 6.0 হলে প্রথম দ্রবণটির দ্বিতীয় দ্রবণ অপেক্ষা কত গুণ বেশি অম্লীয়? **[রা. বো. ২২; য. বো. ২২; সি. বো. ২২]**

(ক) 20 গুণ

(খ) 50 গুণ

(গ) 100 গুণ

(ঘ) 1000 গুণ

সঠিক উত্তর: (ঘ) 1000 গুণ

ব্যাখ্যা : $10^{(\text{সর্বোচ্চ pH}) - (\text{সর্বনিম্ন pH})}$

$= 10^{6-3} = 10^3 = 1000$

৭৯) দ্রবণের pH = 3.6 হলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত? **[কু. বো. ২২]**

(ক) 3.5×10^{-4} M

(খ) 2.5×10^{-4} M

(গ) 1.5×10^{-4} M

(ঘ) 0.5×10^{-4} M

সঠিক উত্তর: (খ) 2.5×10^{-4} M

ব্যাখ্যা : pH = 3.6

বা, $-\log[H^+] = 3.6$

বা, $[H^+] = 10^{-3.6} = 2.5 \times 10^{-4}$ M

৮০) নিচের কোনটির H^+ এর ঘনমাত্রা সর্বাধিক? **[সি. বো. ২২]**

(ক) pH = 11.5

(খ) pH = 3.4

(গ) pH = 2.5

(ঘ) pH = 13.5

সঠিক উত্তর: (গ) pH = 2.5

ব্যাখ্যা : pH = 2.5, $[H^+] = 3.16 \times 10^{-3}$ M

pH = 11.5, $[H^+] = 3.16 \times 10^{-12}$ M

pH = 3.4, $[H^+] = 3.98 \times 10^{-4}$ M

pH = 13.5, $[H^+] = 3.16 \times 10^{-14}$ M

৮১) কমলালেবুর pH 3.8 হলে H^+ এর ঘনমাত্রা –

(ক) 1.89×10^{-4} M

(খ) 1.5×10^{-4} M

(গ) 2.15×10^{-3} M

(ঘ) 1.3×10^{-3} M

সঠিক উত্তর: (খ) 1.5×10^{-4} M

৮২) কোনো দ্রবণের pH = 1.5 হলে দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত? **[রা. বো. ১৯; য. বো. ২২]**

(ক) 3.16×10^{-2}

(খ) 3.16×10^{-1}

(গ) 4.0×10^{-2}

(ঘ) 4.0×10^{-1}

সঠিক উত্তর: (ক) 3.16×10^{-2}

ব্যাখ্যা : pH = 1.5

বা, $-\log[H^+] = 1.5$

$\therefore [H^+] = 10^{-1.5} = 3.16 \times 10^{-2}$ M

৮৩) 5 mL 0.02 M H_2SO_4 দ্রবণে 15 mL পানি যোগ করলে মিশ্রণের pH কত হবে? **[ব. বো. ২২]**

(ক) 1.85

(খ) 2.00

(গ) 2.15

(ঘ) 2.30

সঠিক উত্তর: (খ) 2.00

ব্যাখ্যা:

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{5\times0.02}{(15+5)}$ M

$= 5 \times 10^{-3}$ M

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

$2 \times 5\times10^{-3}$

$\therefore$ pH = $-\log(2 \times 5 \times 10^{-3})$

$= -\log(10^{-2})$

$= 2.0$

$V_1 = 5mL$

$S_1 = 0.02M$

$V_2 = (15 + 5)mL$

$S_2 = ?$

৮৪) কোন যৌগটির জলীয় দ্রবণের pH মান বিশুদ্ধ পানির pH অপেক্ষা কম হবে? **[ব. বো. ২২]**

(ক) CO

(খ) Al_2O_3

(গ) CaO

(ঘ) CO_2

সঠিক উত্তর: (ঘ) CO_2

ব্যাখ্যা : বিশুদ্ধ পানির pH মান 7। অম্লীয় যৌগের pH 7

অপেক্ষা কম, ক্ষারীয় যৌগের pH মান 7 অপেক্ষা বেশি এবং নিরপেক্ষ যৌগের pH মান 7। CO (নিরপেক্ষ), Al_2O_3 ও CaO (ক্ষারীয়), CO_2 (অম্লীয়)। এজন্য CO_2 এর pH মান সবচেয়ে কম।

৮৫) একটি দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা 10^{-4} mol/L হলে উক্ত দ্রবণের pOH কত? [য. বো. ১৭; কু. বো. ১৭]

(ক) 4

(খ) 6

(গ) 10

(ঘ) 14

সঠিক উত্তর: (গ) 10

ব্যাখ্যা : আমরা জানি, pH = - log $[H^+]$

= - log $[1 \times 10^{-4}]$ = 4

∴ pOH = 14 - pH = 14 - 4 = 10

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (গ)।

৮৬) 50 mL 0.175 M HCOOH $(K_a = 1.8 \times 10^{-4})$দ্রবণের মধ্যে 50 mL 0.09 M NaOH দ্রবণ যোগ করলে সৃষ্ট দ্রবণের pH কত হবে? [দি. বো. ১৭]

(ক) 10.2305

(খ) 5.9673

(গ) 5.6957

(ঘ) 3.7695

সঠিক উত্তর: (ঘ) 3.7695

৮৭) যদি কোনো এক অম্লীয় ক্ষার দ্রবণের ঘনমাত্রা 8.2×10^{-5} M হয় তবে ঐ বাফারটির pH = ?

(ক) 3.09

(খ) 8.91

(গ) 9.4

(ঘ) 10.91

সঠিক উত্তর: (ক) 3.09

৮৮) বিশুদ্ধ পানির pOH কত? [সি. বো. ১৮]

(ক) 0

(খ) 7

(গ) 14

(ঘ) 0.7

সঠিক উত্তর: (খ) 7

৮৯) নিচের কোন দ্রবণের pH মান সবচেয়ে বেশি? [রা. বো. ১৯]

(ক) 10^{-2} M HCl

(খ) 5×10^{-3} H_2SO_4

(গ) 10^{-1} M NaOH

(ঘ) 10^{-4} M Na_2CO_3

সঠিক উত্তর: (গ) 10^{-1} M NaOH

ব্যাখ্যা : ক. pH = - log(10^{-2}) = 2

খ. pH = - log $[5 \times 10^{-3}]$ = 1.30

গ. pOH = - log(10^{-1}) = 1.0

∴ pH = 14 - 1 = 13

ঘ. pOH = - log(10^{-4}) = 4

∴ pH = 14 - 4 = 10

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, 10^{-1} M NaOH দ্রবণের ক্ষেত্রে pH মান সবচেয়ে বেশি।

৯০) 1% NaOH দ্রবণের pH কত? **[দি. বো. ২১]**

(ক) 0.8

(খ) 13.4

(গ) 13.2

(ঘ) 1.0

সঠিক উত্তর: (খ) 13.4

ব্যাখ্যা : 1% NaOH এর ঘনমাত্রা,

$= = \frac{1}{100} \times \frac{1000}{40}$ = 0.25 M [NaOH এর আণবিক ভর 40]

∴ pOH = - log(0.25) = 0.6

∴ pH = 14 - 0.6 = 13.4

৯১) 1% HCl দ্রবণের pH কত? **[সি. বো. ২১; সকল বোর্ড ১৮]**

(ক) 0.56

(খ) 2.00

(গ) 2.50

(ঘ) 5.6

সঠিক উত্তর: (ক) 0.56

ব্যাখ্যা : 1% HCl এর ঘনমাত্রা,

$= \frac{1}{100} \times \frac{1000}{36.5}$ [∵ HCl এর আণবিক ভর = 36.5]

= 0.274 M

∴ pH = - log(0.274) = 0.56 |

৯২) 2% (w/V) Na_2CO_3 দ্রবণের pH কত? **[রা. বো. ১৭]**

(ক) 10.6

(খ) 12.6

(গ) 13.6

(ঘ) 14.0

সঠিক উত্তর: (গ) 13.6

ব্যাখ্যা : 2% Na_2CO_3 এর ঘনমাত্রা,

$C = \frac{2}{100} \times \frac{1000}{106}$ = 0.18868 M

Na_2CO_3 একটি দ্বি-ক্ষারীয় ক্ষার।

∴ pOH = - log (2 × 0.18868) = 0.42

∴ pH = 14 - 0.42 = 13.6

৯৩) 0.1% (w/w) HCl দ্রবণের pH কত? (দ্রবণের ঘনত্ব = 1.06 g cm^{-3})

(ক) 1.25

(খ) 4.25

(গ) 1.56

(ঘ) 1

সঠিক উত্তর: (ক) 1.25

ব্যাখ্যা : $[H^+] = \frac{0.1}{100} \times \frac{1000}{36.5} \times 2.06 = 0.056$

∴ pH = - log (0.056) = 1.25

৯৪) ডেসিমোলার ইথানয়িক এসিডের $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$pH কত? **[সি . বো .১৭]**

(ক) 2.872

(খ) 11.128

(গ) 11.281

(ঘ) 11.821

সঠিক উত্তর: (ক) 2.872

ব্যাখ্যা : $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

$\therefore K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+][H^+]}{[CH_3COOH]}$

বা, $[H^+]^2 = K_a[CH_3COOH] = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1$ M

বা, $[H^+] = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.34 \times 10^{-3}$ M

∴ pH = - log $[H^+]$ = - log (1.34×10^{-3}) = 2.872

৯৫) পাঁচক রসের pH মান 1.4 হলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত?

(ক) 0.0398

(খ) 1

(গ) 1.4

(ঘ) 1.6

সঠিক উত্তর: (ক) 0.0398

ব্যাখ্যা : দেওয়া আছে, pH = 1.4

বা, - log $[H^+]$ = 1.4

বা, $[H^+]$ = anti log (-1.4) = 0.0398 $molL^{-1}$

৯৬) কোন লবণটির জলীয় দ্রবণের pH মান 7 এর চেয়ে বেশি? **[ব. বো. ২০]**

(ক) NaCl

(খ) $ZnSO_4$

(গ) K_2CO_3

(ঘ) PH_4Cl

সঠিক উত্তর: (গ) K_2CO_3

৯৭) নিচের কোন যৌগটির দ্রবণের pH > 7? **[ব. বো. ২১]**

(ক) Na_2CO_3

(খ) H_2CO_3

(গ) $AlCl_3$

(ঘ) $CuSO_4$

সঠিক উত্তর: (ক) Na_2CO_3

৯৮) কোন লবণটির জলীয় দ্রবণের pH > 7? **[সি. বো. ১৯]**

(ক) NaCl

(খ) $CuSO_4$

(গ) Na_2CO_3

(ঘ) NH_4Cl

সঠিক উত্তর: (গ) Na_2CO_3

ব্যাখ্যা : ক্ষারধর্মী লবণের pH > 7 হয়।

NaCl ⟶ নিরপেক্ষ লবণ। এর pH মান প্রায় 7।

$CuSO_4$ ⟶ অম্লধর্মী লবণ। এর pH < 7।

Na_2CO_3 ⟶ ক্ষারধর্মী লবণ। এর pH মান প্রায় 11।

NH_4Cl ⟶ অম্লধর্মী লবণ। এর pH মান 5 - 6।

৯৯) কোন গ্যাসের নমুনা বিশুদ্ধ পানিতে মিশালে পানির pH এর মান প্রায় 7 থেকে 6 হলো। নিচের কোন উপাদানটি বাতাসে বেশি ছিল?

(ক) হাইড্রোজেন

(খ) কার্বন ডাই অক্সাইড

(গ) নাইট্রোজেন

(ঘ) অক্সিজেন

সঠিক উত্তর: (খ) কার্বন ডাই অক্সাইড

১০০) ডেসিমোলার মিথানয়িক এসিডের বিয়োজন মাত্রা 10% হলে এর pH মান কত? [সি. বো. ১৮]

(ক) 1

(খ) 1.5

(গ) 2

(ঘ) 2.5

সঠিক উত্তর: (গ) 2

১০১) pH এর ক্ষেত্রে –

i. রক্তের pH 7.4

ii. মাটির জন্য CaO ব্যবহারে pH বৃদ্ধি পাবে

iii. খাবার পানির জন্য pH 7 হতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

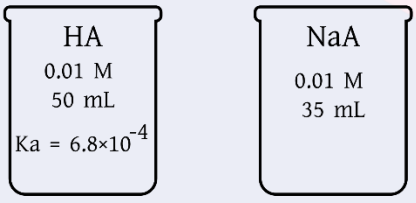
(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (ক) i ও ii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১০২ ও ১০৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



দ্রবণ ১ দ্রবণ ২

১০২) দ্রবণ-১ এর pH কত?

(ক) 2.28

(খ) 5.28

(গ) 2.58

(ঘ) 5.82

সঠিক উত্তর: (গ) 2.58

ব্যাখ্যা : $[H^+] = [H^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{6.8 \times 10^{-4} \times 0.01} = 2.61 \times 10^{-3}$ M

$\therefore$ pH = - log $[H^+]$ = - log (2.61×10^{-3}) = 2.58

১০৩) দ্রবণ-১ ও দ্রবণ-২ পরস্পর মিশ্রিত করলে –

i. HA এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে

ii. মিশ্রণটির প্রকৃতি অম্লীয় হবে

iii. মিশ্রণটি pH পরিবর্তনে বাধা দিতে সক্ষম

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (ঘ) i, ii ও iii

ব্যাখ্যা :

i. সঠিক। কারণ সমআয়ন এর প্রভাবে দুর্বল HA এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

ii. সঠিক। কারণ মিশ্রণে HA এসিড ও NaA লবণ উপস্থিত।

iii. সঠিক। কারণ HA ও NaA বাফার দ্রবণ। তাই pH পরিবর্তনে বাধা দিতে সক্ষম।

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও : 50 mL 0.18 M CH_3COOH দ্রবণে 60 mL 0.10 M NaOH দ্রবণ যোগ করা হল। pK_a = 4.76.

১০৪) উদ্দীপক দ্রবণে কোনটি অতিরিক্ত থাকবে? [দি. বো. ২২]

(ক) 10 mL 0.10 M NaOH

(খ) 10 mL 0.18 M CH_3COOH

(গ) 9 mL 1.0 M NaOH

(ঘ) 3 mL 1.0 M CH_3COOH

সঠিক উত্তর: (ঘ) 3 mL 1.0 M CH_3COOH

ব্যাখ্যা : 50 mL 0.18 M CH_3COOH

= (50 × 0.18) mL 1M

= 9 mL 1M

60 mL 0.10 M NaOH = (60 × 0.1) mL 1M

= 6 mL 1 M

বিয়োগ করে পাই = (9 - 6) mL 1 M = 3 mL 1.0 M CH_3COOH

১০৫) উদ্দীপক দ্রবণে সামান্য পরিমাণ H_2SO_4 যোগ করলে কী ঘটবে?

(ক) pH বাড়বে

(খ) pH স্থির থাকবে

(গ) H^+ এর ঘনমাত্রা বাড়বে

(ঘ) OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কমবে

সঠিক উত্তর: (খ) pH স্থির থাকবে

ব্যাখ্যা : উদ্দীপকের দ্রবণটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ হওয়ায় এতে সামান্য H_2SO_4 যোগ করলে pH মান স্থির থাকবে।

১০৬) নিচের কোন জোড়াটি দিয়ে বাফার দ্রবণ তৈরি হয়? [ঢা. বো. ২০]

(ক) HNO_2 ও $NaNO_2$

(খ) HCl ও KCl

(গ) HNO_3 ও NH_4NO_3

(ঘ) NaOH ও Na_2CO_3

সঠিক উত্তর: (ক) HNO_2 ও $NaNO_2$

ব্যাখ্যা : বাফার দ্রবণ তৈরিতে দুর্বল অম্ল ও সবল ক্ষারের লবণ প্রয়োজন।

$HNO_2 + NaOH \longrightarrow NaNO_2 + H_2O$ দুর্বল অম্ল সবল ক্ষার লবণ এজন্য HNO_2 ও $NaNO_2$ বাফার হিসেবে কাজ করে।

(খ) ভুল : $HCl + KOH \longrightarrow KCl + H_2O$ (বাফার দ্রবণ হবে না)

সবল সবল

(গ) ভুল : $HNO_3 + NH_4OH \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

সবল দুর্বল লবণ

এক্ষেত্রে NH_4OH ও NH_4NO_3 হলে সঠিক হতো।

(ঘ) ভুল : $H_2CO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

দুর্বল সবল লবণ

এক্ষেত্রে H_2CO_3 ও Na_2CO_3 হলে সঠিক হতো।

১০৭) বাফার দ্রবণের কৌশলের সাথে সম্পর্কিত নিচের কোনটি? [কু. বো. ১৯]

(ক) লা-শাতেলিয়ার নীতি

(খ) আরহেনিয়াসের সমীকরণ

(গ) অসওয়াল্ড লঘুকরণ নীতি

(ঘ) ফাজানের নীতি

সঠিক উত্তর: (ক) লা-শাতেলিয়ার নীতি

১০৮) নিচের কোনটি বাফার দ্রবণ হিসাবে কাজ করবে? [ঢা. বো. ১৯]

(ক) HF(aq) + NaF

(খ) $CH_3COOH + CH_3COONa$

(গ) $HCOOH + CH_3COONa$

(ঘ) $NH_4OH + (NH_4)_2CO_3$

সঠিক উত্তর: (খ) $CH_3COOH + CH_3COONa$

১০৯) কোন মিশ্রণটি বাফার দ্রবণ? [সি. বো. ১৯]

(ক) H_2SO_4 ও CH_3COONa

(খ) NH_4OH ও CH_3COOH

(গ) NH_4Cl ও NH_4OH

(ঘ) NH_4Cl ও NaOH

সঠিক উত্তর: (গ) NH_4Cl ও NH_4OH

১১০) কোনটি বাফার দ্রবণ? [রা. বো. ১৯]

(ক) দুধ

(খ) মধু

(গ) রক্ত

(ঘ) সেলাইনের দ্রবণ

সঠিক উত্তর: (গ) রক্ত

১১১) নিচের কোন জলীয় দ্রবণটির pH মান সবচেয়ে বেশি? [ঢা. বো. ২০]

(ক) 0.1 M HCl

(খ) 0.1 M HCOOH

(গ) 0.1 M KOH

(ঘ) 0.1 M H_2SO_4

সঠিক উত্তর: (গ) 0.1 M KOH

ব্যাখ্যা: ক্ষারের pH মান সবচেয়ে বেশি। অর্থাৎ KOH এর ক্ষেত্রে,

pOH = -log (0.1) = 1 pH = 14 - 1 = 13.

১১২) নিচের কোনটি বাফার দ্রবণ? [রা. বো. ২২; য. বো. ২২]

(ক) 30 mL 0.1 M NH_4OH + 20 mL 0.2 M HCl

(খ) 40 mL 0.2 M CH_3COOH + 30 mL 0.3 M NaOH

(গ) 50 mL 0.1 M NaOH + 40 mL 0.2 M H_2CO_3

(ঘ) 60 mL 0.1 M NaOH + 70 mL 0.2 M HCl

সঠিক উত্তর: (গ) 50 mL 0.1 M NaOH + 40 mL 0.2 M H_2CO_3

ব্যাখ্যা: ক্ষারীয় বাফার দ্রবণে ক্ষারটি দুর্বল এবং প্রশমনের পর অবশিষ্ট থাকতে হয়। পক্ষান্তরে অম্লীয় বাফার দ্রবণে অম্লটি দুর্বল এবং প্রশমনের পর অবশিষ্ট থাকতে হবে।

50 mL 0.1 M NaOH = 5 mL 1 M NaOH

40 mL 0.2 M H_2CO_3 = 8 mL 1 M H_2CO_3

এক্ষেত্রে এসিড দুর্বল এবং প্রশমনের পর (8 - 5) = 3 mL 1 M

অবশিষ্ট থাকে। এজন্য সঠিক উত্তর (গ)।

১১৩) কোনটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ? [ব. বো. ২০]

(ক) 30 mL 0.1 M HCl + 20 mL 0.1 M NaOH

(খ) 30 mL 0.1 M CH_3COOH + 30 mL 0.1 M NaOH

(গ) 30 mL 0.1 M CH_3COOH + 20 mL 0.1 M NaOH

(ঘ) 30 mL 0.1 M CH_3COOH + 15 mL 0.2 M NaOH

সঠিক উত্তর: (গ) 30 mL 0.1 M CH_3COOH + 20 mL 0.1 M NaOH

ব্যাখ্যা: অম্লীয় বাফার দ্রবণ : (i) অম্ল দুর্বল হবে, (ii) প্রশমনের পর অম্ল অবশিষ্ট থাকবে। (ক) ভুল। কারণ অম্ল সবল। (খ) ভুল। কারণ অম্ল দুর্বল হলেও প্রশমনের পর অবশিষ্ট থাকে না। (গ) সঠিক। কারণ অম্ল দুর্বল এবং অম্ল 10 mL 0.1 M অবশিষ্ট থাকে। (ঘ) ভুল। কারণ অম্ল দুর্বল হলেও অম্ল ও ক্ষারের পরিমাণ সমান হওয়ায় অবশিষ্ট থাকে না।

১১৪) কোন দ্রবণে OH^- এর ঘনমাত্রা 3.5×10^{-4} mol/L হলে দ্রবণের pH কত?

(ক) 3.55

(খ) 13.55

(গ) 12.54

(ঘ) 10.54

সঠিক উত্তর: (ঘ) 10.54

১১৫) 100 ml 0.01M HCl এবং 70 ml 0.02 M NH_4OH দ্রবণ একত্রে মিশালে মিশ্রণের প্রকৃতি হবে - [কু. বো. ২১]

(ক) অম্লীয় বাফার

(খ) ক্ষারীয় বাফার

(গ) নিরপেক্ষ

(ঘ) অম্লীয়

সঠিক উত্তর: (খ) ক্ষারীয় বাফার

ব্যাখ্যা: $HCl + NH_4OH \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$ 1 mol 1 mol

$HCl \longrightarrow 100\ mL\ 0.01M = (100 \times 0.01)\ mL\ 1M = 1\ mL\ 1M$

$NH_4OH \longrightarrow 70\ mL\ 0.02\ M = (70 \times 0.02)\ mL\ 1M = 1.4\ mL\ 1M$

$\therefore NH_4OH$ অতিরিক্ত থাকে = (1.4 - 1) mL = 0.4 mL. তাই মিশ্রণের প্রকৃতি ক্ষারীয় বাফার।

১১৬) নিচের কোনটি সম-আয়তন 1 M NaOH দ্রবণের সাথে বাফার দ্রবণ করবে? **[কু. বো. ২২]**

(ক) 0.1 M CH_3COOH

(খ) 0.2 M CH_3COOH

(গ) 1.0 M CH_3COOH

(ঘ) 2.0 M CH_3COOH

সঠিক উত্তর: (ঘ) 2.0 M CH_3COOH

১১৭) কোনটি অম্লীয় বাফার নয়? **[দি. বো. ২১]**

(ক) $H_3PO_4 + Na_2HPO_4$

(খ) $HS^- + Na_2S$

(গ) $CO_3^{2-} + HCO_3^-$

(ঘ) $CH_3COOH + CH_3COONa$

সঠিক উত্তর: (গ) $CO_3^{2-} + HCO_3^-$

১১৮) নিচের কোনটি শক্তিশালী এসিড?

(ক) HCOOH

(খ) CH_3CH_2COOH

(গ) C_6H_5 - COOH

(ঘ) CH_3 - COOH

সঠিক উত্তর: (ক) HCOOH

১১৯) ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের উদাহরণ কোনটি? **[কু. বো. ১৮]**

(ক) NaOH ও CH_3COOH

(খ) NH_4OH ও HCl

(গ) HCl ও NaOH

(ঘ) NH_4OH ও CH_3COOH

সঠিক উত্তর: (খ) NH_4OH ও HCl

ব্যাখ্যা: মৃদু ক্ষার (NH_4OH) এর সঙ্গে তীব্র এসিড (HCl) এর বিক্রিয়া থেকে তৈরি লবণ (NH_4Cl) দ্রবণ মিশিয়ে বাফার দ্রবণ তৈরি করা হয়। এ বাফার দ্রবণকে ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ বলে। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

১২০) মানুষের রক্তের pH এর মান কত? **[ব.বো.২১]**

(ক) 5.4

(খ) 6.4

(গ) 7.4

(ঘ) 9.4

সঠিক উত্তর: (গ) 7.4

১২১) মানুষের রক্তের pH 7.45 এর বেশি হলে, রোগটির নাম - **[রা. বো. ১৮]**

(ক) ইরাইথ্রোপেনিসিস

(খ) অ্যাসিডোসিস

(গ) অ্যালকালসিস

(ঘ) অ্যানিমিয়া

সঠিক উত্তর: (ক) ইরাইথ্রোপেনিসিস

১২২) মানবদেহে কোন বাফারটি pH নিয়ন্ত্রণ করে? [ঢা. বো. ২২]

(ক) $CH_3COOH + HCO_3^-$

(খ) $H_2CO_3 + NaHCO_3$

(গ) $NH_4OH + NH_4Cl$

(ঘ) $CH_3COOH + CH_3COONa$

সঠিক উত্তর: (খ) $H_2CO_3 + NaHCO_3$

১২৩) নিচের কোন বাফার দ্রবণ মানবদেহের রক্তের pH নিয়ন্ত্রণ করে না? [দি. বো. ১৮]

(ক) অ্যাসিটেট বাফার

(খ) প্রোটিন বাফার

(গ) ফসফেট বাফার

(ঘ) কার্বনেট বাফার

সঠিক উত্তর: (ক) অ্যাসিটেট বাফার

১২৪) নিচের কোন pH মানটি 1 M HCl দ্রবণের জন্য প্রযোজ্য? [কু. বো. ২১]

(ক) 3

(খ) 2

(গ) 1

(ঘ) 0

সঠিক উত্তর: (ঘ) 0

ব্যাখ্যা: $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

1M 1M

$\therefore pH = -\log[H^+] = -\log(1) = 0$

১২৫) নিচের কোন উপাদান মানবদেহের রক্তের বাফার ক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না?

(ক) PO_4^{3-}

(খ) $H_3N^+ - CHR - COO^-$

(গ) SO_4^{2-}

(ঘ) HCO_3^-

সঠিক উত্তর: (গ) SO_4^{2-}

ব্যাখ্যা: মানবদেহের রক্তের বাফার ক্রিয়ায় নিম্নোক্ত বাফার ক্রিয়াসমূহ বিদ্যমান:

(i) ফসফেট (PO_4^{3-}) বাফার

(ii) বাইকার্বনেট (HCO_3^-) বাফার

(iii) প্রোটিন বাফার ($H_3N^+ - CHR - COO^-$)

১২৬) মাটির pH বৃদ্ধিতে কোনটি ব্যবহার করা হয়? [কু. বো. ১৯]

(ক) KNO_3

(খ) NH_4NO_3

(গ) CaO

(ঘ) $(NH_4)_3PO_4$

সঠিক উত্তর: (গ) CaO

১২৭) উর্বর মাটির জন্য অত্যাণুকূল pH কত? [সি. বো. ২১]

(ক) 3.0 - 4

(খ) 5 - 6

(গ) 7 - 8

(ঘ) 10 – 11

সঠিক উত্তর: (খ) 5 - 6

ব্যাখ্যা: কৃষি উৎপাদনে ও মাটির pH নিয়ন্ত্রণ গুরুত্বপূর্ণ। উর্বর মাটির অত্যাণুকূল pH পরিসর 5.0 - 7.0 হয়। অধিকাংশ উদ্ভিদের জন্য এ pH উত্তম। মাটির pH একটি সুনির্দিষ্ট সীমার মধ্যে হলেই গাছপালা মাটি থেকে প্রয়োজনীয় খাদ্য গ্রহণ করতে পারে, নতুবা নয়। pH এর মান 3 এর চেয়ে কম হলে অর্থাৎ মাটি অধিক অম্লীয় হলে গাছপালা মরে যায়। আবার ক্ষারীয় মাটির বেলায় মাটির pH এর মান 9.5 এর উপরে হলে মাটির উর্বরতা বিনষ্ট হয়। কারণ তখন মাটির উর্বরতা সহায়ক অণুজীব মরে যায়। মাটির অণুজীব বৃদ্ধির সহায়ক pH হলো 6.6 - 7.3। বিভিন্ন অণুজীব মাটির উর্বরতা বৃদ্ধির উপাদান N, S, P মৌল যোগান দেয়। কৃষি জমিতে মাটির pH এর বিস্তার কৃষি কাজের অবস্থভেদে বিভিন্ন অঞ্চলে 3 - 9.5 এর মধ্যে রাখা হয়।

১২৮) দেহের রক্তের pH অপরিবর্তিত রাখার জন্য যে বাফার সিস্টেম কাজ করে-

i. হাইড্রোজেন আয়ন

ii. হাইড্রোক্সিল আয়ন

iii. বাইকার্বনেট আয়ন

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (গ) ii ও iii

১২৯) বাফার দ্রবণ হলো- [দি.বো.১৯]

i. 30 mL 0.1 M CH_3COOH ও 15 mL 0.1 M NaOH এর মিশ্রণ

ii. 30 mL 0.1 M CH_3COOH ও 30 mL 0.1 M NaOH এর মিশ্রণ

iii. 25 mL 0.1 M NH_4OH ও 15 ml 0.1 M HCl এর মিশ্রণ

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (গ) i ও iii

১৩০) হ্যান্ডারসন হ্যাসেলবাখ সমীকরণ দ্বারা করা যায়- [রা.বো.১৭]

i. বাফার দ্রবণের pH গণনা

ii. বিয়োজন ধ্রুবক নির্ণয়

iii. জ্ঞাত pH এর বাফার দ্রবণ তৈরি

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (ঘ) i, ii ও iii

১৩১) বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে-

i. pH = pKa

ii. 5 mL 0.2 M HCl + 10 mL 0.2 M NH_4OH মিশ্রিত করলে বাফার দ্রবণ তৈরি করে

iii. রক্তে বিদ্যমান বাফার $NaHCO_3 + H_2CO_3$

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (ঘ) i, ii ও iii

১৩২) বাফার দ্রবণ হলো- **[চ.বো. ২৩]**

i. 15 ml 0.1M HCOOH + 10 mL 0.1 M NaOH

ii. 30 mL 0.1M CH_3COOH + 15 mL 0.2 M NaOH

iii. 25 ml 0.1M NH_4OH + 10 mL 0.2 M HCl

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: (গ) i ও iii

ব্যাখ্যা:

(i) 15 mL 0.1M HCOOH + 10 mL 0.1 M NaOH

= 1.5 mmol HCOOH + 1 mmol NaOH

অর্থাৎ মিশ্রণে HCOOH আছে 0.5 mধ যা দুর্বল এসিড। সুতরাং এটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ।

(ii) 30 mL 0.1M CH_3COOH + 15 mL 0.2M NaOH

= 3 mmol CH_3COOH + 3 mmol NaOH

অর্থাৎ মিশ্রণটি নিরপেক্ষ।

(iii) 25 ml 0.1M NH_4OH + 10 mL 0.2 M HCl

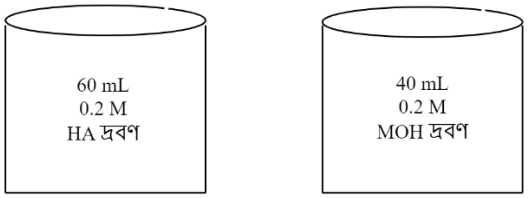
= 2.5 mmol NH_4OH + 2 mmol HCl

অর্থাৎ মিশ্রণে অতিরিক্ত NH_4OH আছে 0.5 mmol, যা দুর্বল ক্ষার। সুতরাং এটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ।

সুতরাং i ও iii নং সত্য।

সৃজনশীল

১। [ঢা. বো. ২৩]



[HA একটি জৈব এসিড যার $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ ও M এর পারমাণবিক সংখ্যা 19]

(ক) সবুজ রসায়ন কাকে বলে?

(খ) HNO_3 ও H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি অধিক শক্তিশালী এসিড? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের ১ম পাত্রের দ্রবণের pH গণনা করো।

(ঘ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে pH এর পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

যে রসায়নের মাধ্যমে রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন প্রক্রিয়া এমনভাবে নকশা করা হয় যাতে ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন হ্রাস বা বন্ধ করা যায়, তাকে গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

(খ)

কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মানের উপর অক্সি এসিডের তীব্রতা নির্ভর করে। জারণ মান যত বেশি হবে, ঐ এসিডের তীব্রতাও তত বেশি হবে। আবার, জারণ মান একই হলে যেই এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হবে সেটি তত তীব্র হবে। HNO_3 ও H_3PO_4, এসিডদ্বয়ের কেন্দ্রীয় $\underset{(HNO_3,}{+1+5-3,} \underset{H_3PO_4)}{+3+5-3}$ পরমাণুর জারণ সংখ্যা (HNO_3, H_3PO_4) একই হওয়া সত্ত্বেও HNO_3 তীব্র এসিড। কারণ, N এর আকার P অপেক্ষা ছোট হওয়ায় N এর চার্জ ঘনত্ব বেশি। ফলে HNO_3, এ পোলারায়নের প্রভাবে সহজেই দ্রবণে H^+ ছেড়ে দেয়। ফলে, এর তীব্রতা বেশি হয়।

(গ)

জানা আছে, লঘু এসিডের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা,

$$[H^+] = \sqrt{Ka \times C}$$
$$= \sqrt{1.8 \times 10^{-4} \times 0.2}$$
$$= 6 \times 10^{-3} M$$

এখানে,
HA এর $Ka = 1.8 \times, 10^{-4}$
ঘনমাত্রা $C = 0.2M$
দ্রবণের pH = ?

আমরা জানি, $pH = -\log [H^+] = -\log (6 \times 10^{-3}) = 2.22$

সুতরাং, উদ্দীপকের ১ম পাত্রের দ্রবণের pH = 2.22

(ঘ)

উদ্দীপকের M এর পারমাণবিক সংখ্যা 19। অর্থাৎ মৌলটি পটাশিয়াম। এখন ১ ও ২নং পাত্রের HA ও KOH দ্বারা একটি বাফার দ্রবণে তৈরি হয়। বাফার দ্রবণটিতে HA আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং KA সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, A^- ও K^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান HA ও KOH হতে উৎপন্ন HA

$HA(aq) \rightleftharpoons H + (aq) + A^-(aq)$; আংশিক আয়নিত

$KA(aq) \rightleftharpoons K + (aq) + A^-(aq)$; সম্পূর্ণ আয়নিত

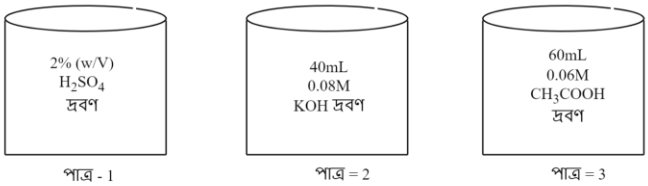
এ দ্রবণে সামান্য ক্ষার যেমন KOH যোগ করলে ধবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাবে যা দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে H_2O তৈরি করবে।

$H + (aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

ফলে দ্রবণে H^+ আয়নের পরিমাণ কমে যাবে। এ উদ্দেশ্যে দুর্বল HA এসিড কিছু পরিমাণ বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন দান করে OH^- যোগ করার ফলাফল প্রশমিত করবে। ফলে দ্রবণে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে না।

সুতরাং, ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে pH এর পরিবর্তন হবে না।

২। **[ম. বো. ২৩]**



(ক) পাউলির বর্জন নীতিটি লেখো ।

(খ) $_{15}P$ এর আয়নিকরণ শক্তি $_{16}S$ এর চেয়ে বেশি কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) i নং পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো ।

(ঘ) ii নং ও iii নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ নং পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে pH এর পরিবর্তন হবে কিনা? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

পলির বর্জন নীতিটি হলো- "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

(খ)

P ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ –

$P(15) - 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

বা, $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3P_x^1\ 3P_Y^1\ 3P_Z^1$

$S(16) - 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

বা, $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3P_x^2\ 3P_y^1\ 3P_Z^1$

P ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে এটা স্পষ্ট যে, P পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের 3p অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা অর্ধপূর্ণ। আমরা জানি, পূর্ণ বা অর্ধপূর্ণ অরবিটাল অধিক স্থিতিশীল। ফলে, P পরমাণু এর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের $3p_x, 3p_y$ ও $3p_z$ অরবিটালের প্রত্যেকটিতে একটি করে ইলেকট্রন থাকায় এই ইলেকট্রন বিন্যাস অধিক সুস্থিত। ফলে, এর বহিঃস্থ শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করা অপেক্ষাকৃত দুরুহ হয়ে পড়ে। এ কারণে ফসফরাসের আয়নিকরণ শক্তি বেশি। অপরদিকে, S এর ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ 3p অরবিটালে এরূপ অর্ধপূর্ণ কাঠামো না থাকায় P এর আয়নিকরণ শক্তি S এর চেয়ে বেশি হয়।

(গ)

$2\%(w/V)\ H_2SO_4$ দ্রবণের অর্থ

100mL দ্রবণে H_2SO_4 আছে = 2g

$\therefore$ 1000mL H_2SO_4 আছে = = $20g = \frac{20}{98}mol = 0.2mol$

সুতরাং, H_2SO_4, দ্রবণের ঘনমাত্রা = 0.2M

$\therefore H^+$ আয়নের ঘনমাত্রা $[H^+] = 2 \times [H_2SO_4] = (2 \times 0.2)M = 0.4M$

$\therefore pH = -\log(0.4) = 0.4$

(ঘ)

উদ্দীপকের ii ও iii নং পাত্রের KOH ও CH_3COOH দ্বারা একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ তৈরি হবে। বাফার দ্রবণটিতে CH_3COOH আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং CH_3COOH সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, CH_3COO^- এবং K^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান CH_3COOH এবং KOH হতে উৎপন্ন ।

$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$;আংশিক আয়নিত

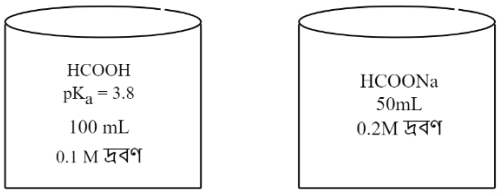
$CH_3COOH(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + K^+(aq)$; সম্পূর্ণ আয়নিত

এ মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ (1) পাত্রের দ্রবণ অর্থাৎ সামান্য পরিমাণ এসিড যোগ করলে যে পরিমাণ H^+ দ্রবণে সংযুক্ত হবে তা CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয় দুর্বল এসিড উৎপন্ন করবে।

$CH_3COO^- + H^+ \rightleftharpoons CH_3COOH$

এ দুর্বল অম্ল খুব সামান্য পরিমাণ আয়নিত হয় বলে দ্রবণে pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না।

৩। **[রা. বো. ২৩]**



পাত্র - 1 পাত্র = 2

(ক) মৃৎক্ষার ধাতু কী?

(খ) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব আছে কী? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ১নং পাত্রে বিদ্যমান দ্রবের বিয়োজন মাত্রা হিসাব করো।

(ঘ) ১নং ও ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড ও ক্ষার যোগ করলে কীরূপে pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর:

(ক)

যে সকল ধাতুর বিভিন্ন যৌগ মাটিতে পাওয়া যায়, তাদেরকে মৃৎক্ষার ধাতু বলে।

(খ)

এখানে, উল্লিখিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$$

বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, বিক্রিয়াতে উপস্থিত বিক্রিয়ক পদার্থের মোট মোল সংখ্যা = 1 + 1 = 2 এবং উৎপন্ন উৎপাদ গ্যাসের মোল সংখ্যাও 2। কাজেই, বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যকার মোল সংখ্যার পার্থক্য $\Delta n = 2 - 2 = 0$।

অর্থাৎ, প্রদত্ত উভমুখী বিক্রিয়াতে উৎপন্ন উৎপাদ গ্যাসের আয়তনের হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটেনি। ফলে, $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ বিক্রিয়াতে চাপের কোনো প্রভাব নেই ।

(গ)

১নং পাত্রে HCOOH এর দ্রবণ আছে। যেখানে HCOOH একটি মৃদু এসিড এর $pKa = 3.8$

$\therefore K_a = 10^{-pKa}$

$= 10^{-3.8}$

$\therefore$ দ্রবের বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

এখানে,
এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 10^{-3.8}$

$= \sqrt{\frac{10^{-3.8}}{0.1}}$
$= 0.0398$
$= 3.98\%$

দ্রবণের ঘনমাত্রা $C = 0.1M$

(ঘ)

উদ্দীপকের ১নং ও ২নং পাত্রের, HCOOH এবং HCOONa দ্বারা একটি বাফার দ্রবণ তৈরি হয়। বাফার দ্রবণটিতে $H-COOH$ আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং HCOONa সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, $H\text{-}COO^-$ এবং Na^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান H-COOH এবং H-COONa হতে উৎপন্ন।

$$H-COOH \rightleftharpoons H-COO^- + H^+$$
$$H-COONa - H-COO^- + Na$$

এই বাফার দ্রবণে সামান্য অম্ল যোগ করলে যে পরিমাণ H^+ দ্রবণে সংযুক্ত হবে তা $H\text{-}COO^-$ আয়নের সহিত যুক্ত হয়ে দুর্বল এসিড উৎপন্ন করবে।

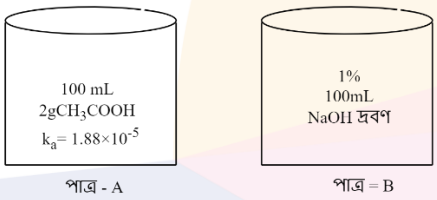
$$H-COO^- + H^+ \rightleftharpoons H-COOH$$

এই দুর্বল অম্ল আয়নিত অবস্থায় থাকে না বলে দ্রবণের pH এর মান পরিবর্তন হয় না। আবার এই দ্রবণে সামান্য ক্ষারক যোগ করলে ক্ষারক থেকে উৎপন্ন OH^- আয়ন, H^+ আয়নের সাথে সংযুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করবে। তখন অ-আয়নিত HCOOH এর একটি অংশ আয়নিত হয়ে দ্রবণে প্রয়োজনীয় H^+ আয়ন প্রদান করে। ফলে দ্রবণের H^+ এর কোনো পরিবর্তন হবে না এবং pH এর ও কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$$

সুতরাং দেখা যায়, এই জাতীয় বাফার দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষারক যোগ করলেও দ্রবণে H^+ বা OH^- এর পরিমাণ বৃদ্ধি হতে পারে না। ফলে pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে।

৪। **[কু. বো. ২৩]**



(ক) খাদ্য নিরাপত্তা কী?

(খ) পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন ব্যাখ্যা করো।

(গ) A- পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো।

(ঘ) A-পাত্র এবং B-পাত্রের দ্রবণের মিশ্রণে দুই ফোঁটা ক্ষার যোগ করলে pH মানের পরিবর্তন হবে কিনা? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

(খ)

সমযোজী বন্ধনের সংজ্ঞানুসারে, দুটি অধাতব পরমাণু পরস্পরের সঙ্গে রাসায়নিক বন্ধন গঠনকালে ইলেকট্রন কিংবা অরবিটাল শেয়ার করে। এই অরবিটাল শেয়ার সংঘটিত হয় যখন দুটি অসংকরিত p অরবিটালের মধ্যে পাশাপাশি অধিক্রমণ ঘটে। পাই বন্ধনে দুটি অসংকরিত p অরবিটাল পাশাপাশি অধিক্রমণের মাধ্যমে অরবিটাল শেয়ার করে। ফলে বন্ধন তৈরি হয়। এজন্য পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন।

(গ)

জানা আছে, $S = \frac{1000W}{MV}$

$= \frac{1000\times2}{60\times100}$

$= 0.3M$

দেওয়া আছে,

CH_3COOH এর $Ka = 1.88 \times 10^{-5}$

জানি, $K_a = \alpha^2 C \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

এখানে,

CH_3COOH এর ভর, $W = 2g$

দ্রবণের আয়তন, $V = 100mL$

CH_3COOH এর আণবিক ভর, $M = 24 + 4 + 32 =$

$= 60g/mol$

দ্রবণের ঘনমাত্রা, $S = ?$

এখন, H^+ আয়নের ঘনমাত্রা

$[H^+] = \alpha^C = \sqrt{\frac{Ka}{C}} \times C$

$= \sqrt{K_a \times C}$

$= \sqrt{1.88 \times 10^{-5} \times 0.3}$

$= 2.37 \times 10^{-3}M$

$\therefore pH = -\log[H^+] = -\log(2.37 \times 10^{-3}) = 2.63$

(ঘ)

উদ্দীপকের M এর পারমাণবিক সংখ্যা 19। অর্থাৎ মৌলটি পটাশিয়াম। এখন ১ ও ২নং পাত্রের HA ও KOH দ্বারা একটি বাফার দ্রবণে তৈরি হয়। বাফার দ্রবণটিতে HA আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং KA সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, A^- ও K^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান HA ও KOH হতে উৎপন্ন HA $HA(aq) \rightleftharpoons H + (aq) + A^-(aq)$; আংশিক আয়নিত

$KA(aq) \rightleftharpoons K + (aq) + A^-(aq)$; সম্পূর্ণ আয়নিত

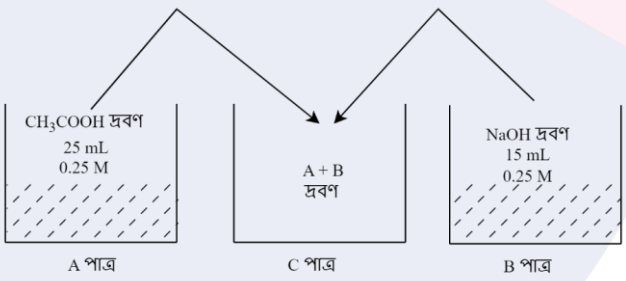
এ দ্রবণে সামান্য ক্ষার যেমন KOH যোগ করলে দ্রবণে H^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাবে যা দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে H_2O তৈরি করবে।

$H + (aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

ফলে দ্রবণে H^+ আয়নের পরিমাণ কমে যাবে। এ উদ্দেশ্যে দুর্বল HA এসিড কিছু পরিমাণ বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন দান করে OH^- যোগ করার ফলাফল প্রশমিত করবে। ফলে দ্রবণে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে না।

সুতরাং, ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে pH এর পরিবর্তন হবে না।

৫। **[চ. বো. ২৩]**



$[CH_3COOH$ এর $Ka = 1.88 \times 10^{-5}]$

(ক) সিগমা বন্ধন কাকে বলে?

(খ) সাম্য ধ্রুবকের মান কখনও শূন্য হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) A পাত্রের দ্রবণের pH গণনা করো।

(ঘ) C-পাত্রের দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর পরিবর্তন ঘটবে কিনা? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির সময় দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত যোজ্যতা স্তরের দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে সিগমা বন্ধন বলে।

(খ)

উভমুখী বিক্রিয়ায় উৎপাদ পদার্থের ঘনমাত্রা ও বিক্রিয়ক পদার্থের ঘনমাত্রার অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুবককে মোলার ঘনমাত্রায় সাম্য ধ্রুবক বলে। সাম্যাবস্থায় সম্মুখ বিক্রিয়া ও বিপরীত বিক্রিয়ায় হার সমান বলে বিক্রিয়ক কিংবা উৎপাদ কোনটির পরিমাণ শূন্য হয় না। তাই সাম্যধ্রুবক কখনো শূন্য হতে পারে না।

(গ)

জানা আছে, $S = \frac{1000W}{MV}$

$= \frac{1000\times2}{60\times100}$

$= 0.3\text{M}$

দেওয়া আছে,

CH_3COOH এর $\text{Ka} = 1.88 \times 10^{-5}$

জানি, $K_a = \alpha^2 C \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

এখানে,

CH_3COOH এর ভর, $W = 2\text{g}$

দ্রবণের আয়তন, $V = 100\text{mL}$

CH_3COOH এর আণবিক ভর, $M = 24 + 4 + 32 =$

$= 60\text{g/mol}$

দ্রবণের ঘনমাত্রা, $S = ?$

এখন, H^+ আয়নের ঘনমাত্রা

$[H^+] = c\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{C}} \times C$

$= \sqrt{K_a \times C}$

$= \sqrt{1.88 \times 10^{-5} \times 0.3}$

$= 2.37 \times 10^{-3}\text{M}$

$\therefore \text{pH} = -\log [H'] = -\log (2.37 \times 10^{-3}) = 2.63$

(ঘ)

উদ্দীপকের ১নং ও ২নং পাত্রের, HCOOH এবং HCOONa দ্বারা একটি বাফার দ্রবণ তৈরি হয়। বাফার দ্রবণটিতে $H-COOH$ আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং HCOONa সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, $H\text{-}COO^-$ এবং Na^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান H-COOH এবং H-COONa হতে উৎপন্ন।

$$H-COOH \rightleftharpoons H-COO^- + H^+$$
$$H-COONa \rightarrow H-COO^- + Na$$

এই বাফার দ্রবণে সামান্য অম্ল যোগ করলে যে পরিমাণ H^+ দ্রবণে সংযুক্ত হবে তা $H\text{-}COO^-$ আয়নের সহিত যুক্ত হয়ে দুর্বল এসিড উৎপন্ন করবে।

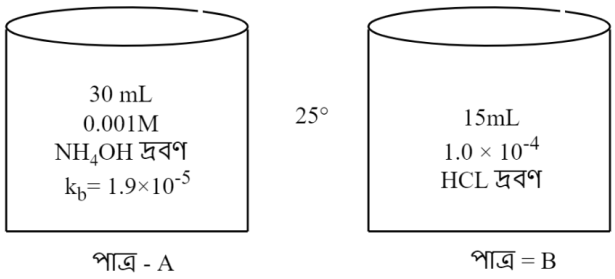
$$H-COO^- + H^+ \rightleftharpoons H-COOH$$

এই দুর্বল অম্ল আয়নিত অবস্থায় থাকে না বলে দ্রবণের pH এর মান পরিবর্তন হয় না। আবার এই দ্রবণে সামান্য ক্ষারক যোগ করলে ক্ষারক থেকে উৎপন্ন OH^- আয়ন, H^+ আয়নের সাথে সংযুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করবে। তখন অ-আয়নিত HCOOH এর একটি অংশ আয়নিত হয়ে দ্রবণে প্রয়োজনীয় H^+ আয়ন প্রদান করে। ফলে দ্রবণের H^+ এর কোনো পরিবর্তন হবে না এবং pH এর ও কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$$

সুতরাং দেখা যায়, এই জাতীয় বাফার দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষারক যোগ করলেও দ্রবণে H^+ বা OH^- এর পরিমাণ বৃদ্ধি হতে পারে না। ফলে pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে।

৬। **[সি. বো. ২৩]**



(ক) পানির আয়নিক গুণফল কাকে বলে?

(খ) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল— ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের 'A' পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো ।

(ঘ) উদ্দীপকের 'A' ও 'B' পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের বাফার ক্রিয়া আছে কী? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর:

(ক)

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানিতে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং হাইড্রোক্সাইড (OH^-) আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলই পানির আয়নিক গুণফল ।

(খ)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যবস্থায় যদিও বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের পরিমাণ পরিবর্তিত হয় না তথাপি সম্মুখ বিক্রিয়া ও বিপরীত বিক্রিয়া সমগতিতে চলতে থাকে। এ অবস্থাকে সাম্যাবস্থায় উভমুখী বিক্রিয়ার গতিশীলতা বলে। সাম্প্রতিককালে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার গতিশীলতা প্রমাণ করা হয়েছে। যেমন Ag^+ আয়নের দ্রবণে $Fe(II)$ লবণের দ্রবণ যোগ করলে ধাতব $Ag(s)$ এবং Fe^{3+} এর দ্রবণ তৈরি হয়ে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয়। এতে $Ag(s)$ তেজস্ক্রিয় মৌল যোগ করলে দ্রবণে পুনরায় তেজস্ক্রিয় $*A_{nor}{}^+$ আয়নের উপস্থিতি টের পাওয়া যায়। এ থেকে প্রমাণিত হয় সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হওয়ার পর ও উভমুখী বিক্রিয়া চলতে থাকে।

$$Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Ag(s) \downarrow + Fe^{3+}$$
$$Ag(\dot{s}) + Fe^{3+}(aq) + * A_{nor}\ (s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq) + * Ag^+(aq)$$

(গ)

অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$$K_b = \alpha^1 C \therefore d = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$$

OH^- আয়নের ঘনমাত্রা,

এখানে,

NH_4OH দ্রবণের ঘনমাত্রা, $C = 0.001\ M$

ক্ষার বিয়োজন ধ্রুবক, $K_b = 1.9 \times 10^{-5}$

দ্রবণের pH = ?

$$[OH^-] = \alpha C$$
$$= \sqrt{K_b \times C}$$
$$= \sqrt{1.9 \times 10^{-5} \times 0.001}$$
$$= 1.38 \times 10^{-4} M$$
$$\therefore pOH = -\log [OH]$$
$$= -\log (1.38 \times 10^{-4}) = 3.86$$
$$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 3.86 = 10.14$$

(ঘ)

উদ্দীপকের A ও B পাত্রে রয়েছে যথাক্রমে NH_4OH ও HCl এদের মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়া করে-

মনে করি, NH_4OH এবং NH_4Cl এর দ্রবণকে মিশ্রিত করে একটি ক্ষারকীয় বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা হল। এই বাফার দ্রবণে NH_4OH আংশিক কিন্তু NH_4Cl সম্পূর্ণ আয়নিক অবস্থায় থাকে এবং দ্রবণে NH_4^+, OH^- এবং CL^- উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান NH_4OH এবং NH_4Cl হতে উৎপন্ন।

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

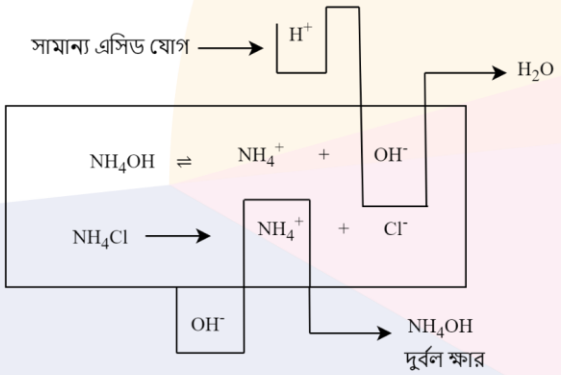
সামান্য এসিড যোগ করলে মিশ্রণে সামান্য পরিমাণ এসিড যোগ করলে এসিড হতে উৎপন্ন H^+ বাফার দ্রবণের OH^- এর সাথে বিক্রিয়া করে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য H_2O উৎপন্ন করে যা পরে আর আয়নিত হয় না। কিন্তু এর ফলে দ্রবণে OH^- এর ঘাটতি দেখা দেয়; এই OH^- আয়নের ঘাটতি পূরণের জন্য $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডানদিকে অগ্রসর হয়ে লা শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে OH^- এর ঘাটতি পূরণ করে। এর ফলে বাফার দ্রবণটির pH মানে তেমন কোন পরিবর্তন হয় না।

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$
$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \text{(ডান দিকে সরে যায়)}$$

সামান্য ক্ষার যোগ করলেঃ উদ্দীপকের বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র ক্ষার যোগ করলে ক্ষার থেকে উৎপন্ন OH^- আয়ন বাফার দ্রবণের NH_4^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য NH_4OH উৎপন্ন করে; এটি আর বিয়োজিত হয় না আর তাই মিশ্রণের pH মানের তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না।

$$NH_4^+ + OH^- \longrightarrow NH_4OH \text{ (মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য)}$$

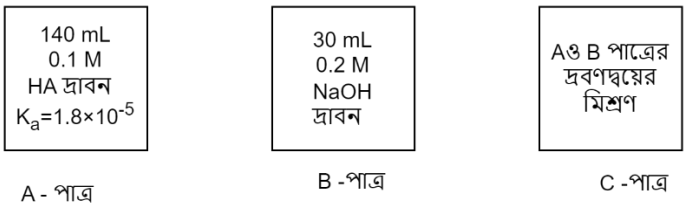
উপরের আলোচনা অনুসারে বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশল বলতে দ্রবণে অতিরিক্ত H^+ এবং OH^- এর অপসারণ বিক্রিয়াকেই বুঝানো হয়েছে। এই অপসারণ প্রক্রিয়াকে সংক্ষেপে নিম্নলিখিতভাবে দেখানো যায়।



ক্ষারকীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশল

তাই বলা যায়, A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের বাফার ক্রিয়া আছে।

৭। [ঢা. বো. ২২]



(ক) কোয়ান্টাম সংখ্যা কী?

(খ) ফ্লোরিন সর্বাপেক্ষা তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল –ব্যাখ্যা করো।

(গ) C-পাত্রে বিদ্যমান মিশ্রণের প্রকৃতি pH গণনার মাধ্যমে নির্ণয় করো।

(ঘ) C- পাত্রে বিদ্যমান মিশ্রণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষারক যোগ করলে pH ধ্রুব থাকার কৌশল বর্ণনা করো ।

উত্তর:

(ক)

কোয়ান্টাম বলবিদ্যা অনুসারে, পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে 'কোয়ান্টাম সংখ্যা' বলে।

(খ)

তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম। আমরা জানি, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়। তাই প্রত্যেক পর্যায়ের গ্রুপ 1 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে কম এবং গ্রুপ 17 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি। গ্রুপ 18 অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের তড়িৎ ঋণাত্মকতা শূন্য। আবার একই গ্রুপে যত নিচের দিকে যাওয়া যায় ততই মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হ্রাস পায়। তাই পর্যায় সারণির ডানে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পূর্বে এবং গ্রুপে সবার উপরে অবস্থিত হওয়ায় 17 নং গ্রুপের ১ম মৌল ফ্লোরিন অন্যান্য মৌল অপেক্ষা সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল।

(গ)

উদ্দীপক অনুসারে, C-পাত্রে রয়েছে A-পাত্রের 140mL 0.1M HA দ্রবণ ও B পাত্রের 30mL 0.2M NaOH এর দ্রবণের মিশ্রণ।

দেওয়া আছে,

A-পাত্রের দ্রবণ = 140 mL 0.1 M HA দ্রবণ

B-পাত্রের দ্রবণ = 30 mL 0.2 M NaOH দ্রবণ

= 30 × 2 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ

= 60 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ

(A + B) মিশ্রণের দ্রবণটি একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ। 60 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ, 60 mL 0.1 M HA কে প্রশমিত করে 60 mL 0.1 M (A-Na) লবণ উৎপন্ন করবে।

দ্রবণে অতিরিক্ত HA এর পরিমাণ

= (140 – 60) = 80 mL 0.1 M দ্রবণ।

$$pH = pK_a + log\frac{[\text{ব}]}{[\text{ম}]}$$

$$= -log\,(K_a) + log\left(\frac{60\times0.1}{80\times0.1}\right) = -log\,(1.8\times10^{-5}) + log\left(\frac{3}{4}\right) = 4.62$$

অর্থাৎ, দ্রবণটি অম্লীয়। কারণ, অম্লীয় দ্রবণের pH < 7 হয়।

অতএব, pH গণনা করে বলা যায় যে, C-পাত্রে বিদ্যমান মিশ্রণের প্রকৃতি অম্লীয় হবে।

(ঘ)

'C' পাত্রের দ্রবণটি একটি অম্লীয় বাফার। উক্ত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষারক যোগ করলে দ্রবণের pH এর কোন পরিবর্তন হবে না।

প্রদত্ত HA হলো একটি মৃদু এসিড। উক্ত এসিডের সাথে তীব্র ক্ষার (NaOH) এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ হলো NaA HA এসিড ও এর লবণ NaA হলো একটি এসিডিক বাফার দ্রবণ ।

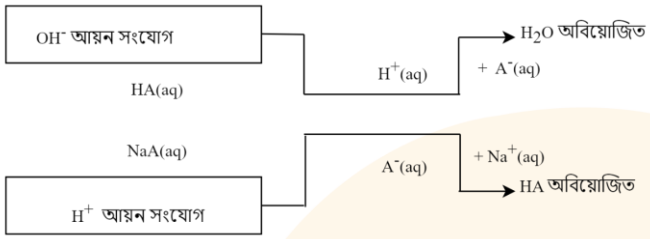
$$NaOH + HA \rightarrow NaA + H_2O$$

এখন এই HA ও NaA বাফার দ্রবণের বিয়োজন ঘটে নিম্নরূপ-

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$
$$NaA \rightarrow A^-(aq) + Na^+(aq)$$

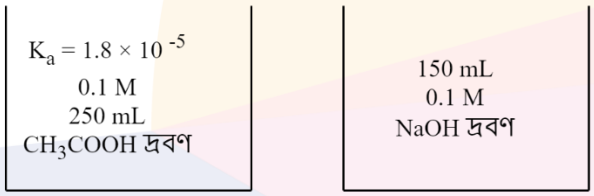
এসিড যোগেঃ HA মৃদু এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয়। এই বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড (H^+) যোগ করা হলে দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে অতিরিক্ত H^+ দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত HA উৎপন্ন করে। তাই দ্রবণের pH মান স্থির থাকে।

ক্ষার যোগেঃ প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার (OH^-) যোগ করা হলে তা দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অতি মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য H_2O উৎপন্ন করে। ফলে HA এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের ঘাটতি পূরণ করে। ফলে পুনরায় pH মান স্থির থাকে।



সুতরাং বলা যায়, প্রদত্ত এসিডটি যেহেতু একটি এসিডিক বাফার দ্রবণ তৈরি করে তাই ঐ বাফার দ্রবণটি বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশলকে কাজে লাগিয়ে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করার পরও তার pH অপরিবর্তিত রাখে।

৮। **[ম. বো. ২২]**



১ম পাত্র ২য় পাত্র

(ক) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা কী?

(খ) সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাস — ব্যাখ্যা করো।

(গ) ২য় পাত্রের দ্রবণের pH এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে বাইরের উৎস থেকে সামান্য HCl যোগ করলে pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে কি? ব্যাখ্যা করো ।

উত্তর:

(ক)

উভমুখী বিক্রিয়ায় যখন সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ এবং পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগ সমান হয় তখন সেই অবস্থাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

(খ)

H এবং অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌলের (F, O বা N) মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয়। পানির (H_2O) অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন রয়েছে কিন্তু H_2S অণুতে শুধু দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন বিদ্যমান। H_2O তে হাইড্রোজেন বন্ধন থাকার ফলে এটি সাধারণ তাপমাত্রায় তরল হয় কিন্তু H_2S গ্যাস (শুধু দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস্ বন্ধন থাকায়)।

(গ)

২য় পাত্রের দ্রবণটি হলো 150 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.1 M 0.1 M

আমরা জানি,

$$pOH = -log\,(OH^-) = -log\,(0.1) = 1$$

আবার,

$$pH + pOH = 14$$
$$pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$

অতএব, ২য় পাত্রের দ্রবণের pH এর মান 13 ।

(ঘ)

১ম পাত্র ও ২য় পাত্র মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সম্পন্ন হবে—

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

150 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ, 150 mL 0.1 M

CH_3COOH এর সাথে বিক্রিয়া করে 150 mL 0.1 M

CH_3COONa লবণ উৎপন্ন করবে। কিন্তু ১ম পাত্রে CH_3COOH আছে 250 mL অতএব, অতিরিক্ত 100 mL CH_3COOH দ্রবণে থেকে যাবে। অর্থাৎ দ্রবণটি অম্লীয় বাফার হবে।

$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$ (মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়)

$CH_3COONa(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$ (আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়)

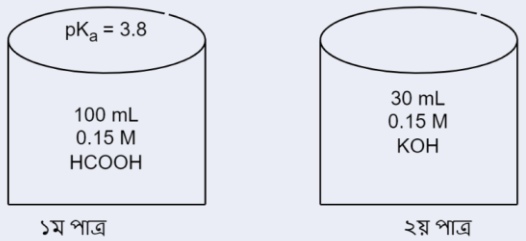
অল্পমাত্রায় এসিড সংযোগ: যদি সামান্য পরিমাণ HCl এসিড, অর্থাৎ H^+ আয়ন এ বাফার দ্রবণে যোগ করা হয়, তখন প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য CH_3COOH অণু উৎপন্ন করে ।

$$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \longrightarrow CH_3COOH(aq)$$

যেহেতু অ্যাসিটিক এসিড মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য, তাই অ্যাসিটিক এসিড অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয় (বিশেষ করে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য। সোডিয়াম অ্যাসিটেটের উপস্থিতিতে)। তাই ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত অম্ল বা এসিড (HCl) দ্বারা H^+ আয়নের বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) এর ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। অর্থাৎ, ঐ দ্রবণের pH এর মান প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

অতএব উপরিল্লিখিত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, ১ম পাত্র ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে বাইরে থেকে সামান্য HCl যোগ করলেও pH এর মানের কোন পরিবর্তন হবে না অর্থাৎ অপরিবর্তিত থাকবে।

৯। **[রা. বো. ২২]**



(ক) মল্ট ভিনেগার কী?

(খ) 3d, 4p এবং 5s অরবিটাল তিনটির মধ্যে কোনটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে এবং কেন?

(গ) হিসাব করে দেখাও ১নং পাত্রের দ্রবণে কত mL 0.1 M HCOOK দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণের pH এর মান 5 হবে?

(ঘ) উদ্দীপকের ১নং ও ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে লেবুর রস যোগ করলে দ্রবণের pH এর মান পরিবর্তিত হবে কিনা-বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

মল্ট ভিনেগার হল অংকুরিত বার্লি বা অন্য কোন শস্যের দানার সাথে ফারমেন্টেশনের দ্বারা উৎপন্ন (6-10)% ইথানয়িক এসিডের জলীয় দ্রবণ।

(খ)

$(n + l)$ নিয়ম অনুসারে যে অরবিটালের $(n+ l)$ এর মান কম সেখানে আগে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে। 3d, 4p এবং 5s এর ক্ষেত্রে- $(n + l)$ নিয়ম অনুসারে, 3d তে $(n + l)$ = (3 + 2) = 5, 4p তে (n + l) (4 + l) = 5 এবং 5s এ (n + l) = (5+0) = 5. সবক্ষেত্রেই 5, কিন্তু n এর মান 3d তে সবচেয়ে কম, তাই 3d তে আগে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে।

(গ)

উদ্দীপক অনুসারে,

১নং পাত্রের দ্রবণ = 100 mL 0.15 M HCOOH

মনে করি, এখানে x mL 0.1 M HCOOK লবণ যোগ করলে যে অম্লীয় বাফার দ্রবণ উৎপন্ন হবে এর pH হবে 5 ।

এখানে,

[লবণ] = x mL 0.1 M HCOOK

[অম্ল] = 100 mL 0.15 M HCOOK

HCOOH এর বিয়োজন

ধ্রুবক, pK_a= 3.8

দ্রবণের pH = 5

অম্লীয় বাফার দ্রবণের,

$$pH = pK_a + log\frac{[\text{ব}]}{[\text{অ}]}$$

বা, $5 = 3.8 + log\frac{(x\times0.1)}{(100\times0.15)}$

$$\text{বা, } log\frac{x\times0.1}{15} = 1:2 \text{ বা, } \frac{x\times0.1}{15} = 15.85 \text{ বা, } x = \frac{15\times15.85}{0.1} \therefore x = 2377.5mL$$

অতএব, দ্রবণের pH এর মান 5 হতে হলে 2377.5 mL 0.1 M HCOOK লবণ যোগ করতে হবে ।

(ঘ)

উদ্দীপকের ১নং ও ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের বিক্রিয়া হলো :

$$HCOOH + KOH \rightleftharpoons HCOOK + H_2O$$

অর্থাৎ, $100\,mL\ 0.15\,M\ HCOOH \equiv 150\,mL\ 0.1\,M\ HCOOH$ KOH এর পরিমাণ = 30 mL 0.1M KOH

30 mL 0.1 M KOH, 30 mL 0.1 M HCOOH কে প্রশমিত করে 30 mL 0.1 M HCOOK লবণ উৎপন্ন করবে। দ্রবণে অতিরিক্ত HCOOH = (150 – 30) = 120ml 0.1M ।

যেহেতু, দ্রবণটিতে অতিরিক্ত HCOOH থাকবে। সুতরাং, দ্রবণটি অম্লীয় বাফার ।

দ্রবণে, $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$

$HCOOK \rightarrow HCOO^- + K^+$

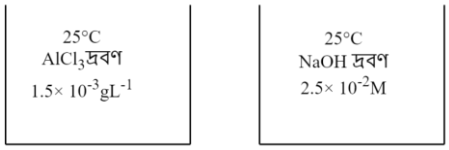
যদি সামান্য পরিমাণ লেবুর রস অর্থাৎ H^+ আয়ন উক্ত বাফার দ্রবণে যোগ করা হয়, তখন প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান $HCOO^-$ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য HCOOH অণু উৎপন্ন করে।

$$H^+(aq) + HCOO^-(aq) \longrightarrow HCOOH(aq)$$

যেহেতু মিথানয়িক এসিড মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য, তাই মিথানয়িক এসিড অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়; (বিশেষ করে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য সোডিয়াম মিথানয়েটের উপস্থিতিতে)। সেহেতু ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত অম্ল বা এসিড দ্বারা H^+ আয়নের বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) এর ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। অর্থাৎ ঐ দ্রবণের pH এর মান প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

তাই বলা যায় যে, ১নং ও ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে লেবুর রস মিশ্রিত করলে দ্রবণের pH এর মান অপরিবর্তিত থাকবে ।

১০। **[রা. বো. ২২]**



$Al(OH)_3$ এর $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-11}$

(ক) হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে?

(খ) ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ক্লোরিন অপেক্ষা বেশি কেন?

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্রের দ্রবণদ্বয় মিশ্রিত করলে মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি কীরূপ হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

উচ্চ ইলেকট্রন আসক্তি, তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও ক্ষুদ্র পারমাণবিক আকারবিশিষ্ট পরমাণু যেমন- F, O, N এর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত থেকে H-পরমাণু একই অণু বা অপর কোনো পোলার অণুর ঋণাত্মক মেরু যুক্ত তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণুকে দুর্বল স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বলের মাধ্যমে সংযুক্ত করে যে বিশেষ এক ধরনের বন্ধন গঠন করে তাকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

(খ)

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 mol গ্যাসীয় পরমাণুতে 1 mol ইলেকট্রন প্রবেশ করিয়ে 1 mol ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তি নির্গত হয়, তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। F অপেক্ষা Cl এর ইলেকট্রনের আকার বড় হওয়ায় F অপেক্ষা Cl এর পরমাণুর দিকে আগমনকারী ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কম হওয়ার কথা। তবে F এর আকার অনেক ক্ষুদ্র হওয়ায় এবং এত ক্ষুদ্র পরিসরে সাতটি ইলেকট্রন থাকায় আগমনকারী নতুন ইলেকট্রনের উপর শেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনসমূহের বিকর্ষণের কারণে Cl অপেক্ষা F এর ইলেকট্রন আসক্তি কম হয়।

(গ)

দেওয়া আছে, $AlCl_3$ এর দ্রাব্যতা, $1.5 \times 10^{-3} gL^{-1}$

$AlCl_3$এর আণবিক ভর = 133.5 $gmol^{-1}$

$$= \frac{1.5 \times 10^{-3}}{133.5} molL^{-1} = 1.12 \times 10^{-5} molL^{-1}$$

$AlCl_3$ এর বিয়োজন নিম্নরূপ:

$AlCl_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3Cl^-$

S S 3S [দ্রাব্যতা 'S' ধরে]

$\therefore K_{sp} = [Al^{3+}] \times [Cl^{-3}]^3 = S \times (3S)^5 = 27S^4 = 27 \times (1.12 \times 10^{-5})^4 = 4.3 \times 10^{-19} mol^4L^{-4}$

(ঘ)

প্রদত্ত উদ্দীপকে কোন পাত্রের দ্রবণেই আয়তন দেয়া না থাকায়, ধরি প্রত্যেক পাত্রের এখানে, 25°C তাপমাত্রায়-

দ্রবণের আয়াতন = 1 L

NaOH এর ঘনমাত্রা $= 2.5 \times 10^{-2} M$

এবং $AlCl_3$ এর ঘনমাত্রা $= 1.5 \times 10 \times 10^{-3} gL^{-1}$

$AlCl_3$ এর আণবিক ভর $= \{27 + (35.5 \times 3)\}\ gmol^{-1}$

$= 133.5\ gmol^{-1}$

$\therefore\ AlCl_3$ এর ঘনমাত্রা $= \frac{1.5\times10^{-3}\ gL^{-1}}{133.5\ gmol^{-1}}$

$= 1.1 \times 10^{-5}\ molL^{-1} = 1.1 \times 10^{-3}\ M$

এখন,

$AlCl_3$ এর NaOH এর বিক্রিয়া-

$$2AlCl_3 + 6NaOH \rightarrow 2Al(OH)_3 + 6NaCl$$

$$\therefore 2mol\ AlCl_3 \equiv 6mol\ NaOH \ \therefore 1mol\ AlCl_3 \equiv 3mol\ NaOH$$

এখানে, $AlCl_3$ ঘনমাত্রা $= 1.1 \times 10^{-5}\ M$

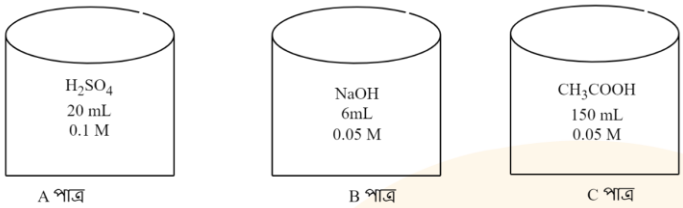
$\therefore$ সম্পূর্ণ $AlCl_3$ কে প্রশমিত করতে NaOH এর ঘনমাত্রা প্রয়োজন $= 3 \times 1.1 \times 10^{-5}\ M = 3.3 \times 10^{-5}\ M$

কিন্তু NaOH রয়েছে $= 2.5 \times 10^{-2}\ M$ যা প্রয়োজনের তুলনায় বেশি।

$\therefore$ এদের মিশ্রিত দ্রবণ ক্ষারীয় হবে।

১১। **[দি. বো. ২২]**

উদ্দীপকটি বুঝে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



$K_a = 1.85 \times 10^{-5}$

(ক) মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী?

(খ) Fe কে অবস্থান্তর মৌল বলা হয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণ ও C পাত্রের দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে মিশ্র দ্রবণের pOH এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের (A + B) মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

(খ)

যে d-ব্লক মৌলের স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে 'd' অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে তাকে অবস্থান্তর মৌল বলে। Fe এর স্থিতিশীল আয়ন হলো: $Fe^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^6$ এবং $Fe^{3+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ । উভয় ক্ষেত্রেই 'd' অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে। তাই Fe কে অবস্থান্তর মৌল বলা হয়।

(গ)

উদ্দীপক অনুসারে,

B পাত্রের দ্রবণ: 6 mL 0.05 M NaOH

C পাত্রের দ্রবণ: 150 mL 0.05 M CH_3COOH

দ্রবণদ্বয়ের বিক্রিয়া,

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

6 mL 0.05 M. NaOH, 6 mL 0.05 M CH_3COOH কে প্রশমিত করে 6 mL 0.05 M CH_3COONa লবণ উৎপন্ন করবে।

দ্রবণে অতিরিক্ত CH_3COOH এর পরিমাণ

= 150 − 6 = 144 mL 0.05 M

$$\therefore pH = pK_a + log\ \frac{[\text{ব}]}{[\text{অ}]}$$

$$= -log\ (1.8 \times 10^{-5}) + log\ \left(\frac{6 \times 0.05}{144 \times 0.05}\right) = 3.36\ \therefore pOH = 14 - pH = 14 - 3.36 = 10.64$$

অতএব, মিশ্র দ্রবণের pOH এর মান 10.64 ।

(ঘ)

উদ্দীপক অনুসারে,

A পাত্রের দ্রবণ: 20 mL 0.1M H_2SO_4

B পাত্রের দ্রবণ: 6mL 0.05M NaOH

সংঘটিত বিক্রিয়া:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$
$$1\text{ mol} \quad 2\text{ mol}$$

দ্রবণে, H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা = মোলারিটি × আয়তন

$$= 0.1 \times 20 \times 10^{-3} = 0.002\text{ mol}$$

NaOH এর মোল সংখ্যা = মোলারিটি × আয়তন

$$= 0.05 \times 6 \times 10^{-3} = 0.0003\text{ mol}$$

বিক্রিয়া অনুসারে,

$$2mol\ NaOH \equiv 1mol\ H_2SO_4$$

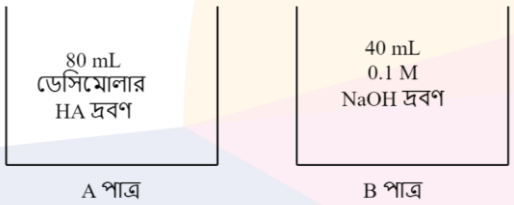
$$\therefore 0.0003\ mol = \frac{0.0003}{2}\ mol'' = 1.5 \times 10^{-4}\ mol\ H_2SO_4$$

অর্থাৎ, দ্রবণে সমস্ত NaOH কে প্রশমিত করতে $1.5 \times 10^{-4}\ mol\ H_2SO_4$ প্রয়োজন। কিন্তু দ্রবণে H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা 0.002 mol। অর্থাৎ H_2SO_4 অতিরিক্ত থেকে যাবে = $(0.002 - 1.5 \times 10^{-4})$ mol

$$= 1.85 \times 10^{-3}\text{ mol}$$

সুতরাং, মিশ্রণটি অম্লীয় প্রকৃতির হবে।

১২। **[কু. বো. ২২]**



(ক) হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে?

(খ) HNO_3 এবং H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি শক্তিশালী এসিড? ব্যাখ্যা করো।

(গ) A পাত্রের দ্রবণের pH গণনা করো।

(ঘ) A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য HCl যোগ করলে pH এর পরিবর্তন গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

উচ্চ ইলেকট্রন আসক্তি, তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও ক্ষুদ্র পারমাণবিক আকারবিশিষ্ট পরমাণু যেমন- F, O, N এর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত থেকে H-পরমাণু একই অণু বা অপর কোনো পোলার অণুর ঋণাত্মক মেরু যুক্ত তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণুকে দুর্বল স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বলের মাধ্যমে সংযুক্ত করে যে বিশেষ এক ধরনের বন্ধন গঠন করে তাকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

(খ)

অক্সি এসিডসমূহের সক্রিয়তা তাদের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মানের উপর নির্ভর করে। জারণ মান সমান হলে যেটির কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট সেটি হবে অধিক সবল অম্ল। H_3PO_4 এবং HNO_3 এসিডদ্বয়ের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে উভয়ের জারণ মান সমান (+5)। কিন্তু নাইট্রোজেন এর আকার ফসফরাসের তুলনায় ছোট হওয়ায় HNO_3, H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী এসিড।

(গ)

পাত্রে দ্রবণের এসিডটি দুর্বল এসিড। এসিডটি নিম্নরূপ বিয়োজিত হয় -

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

প্রাথমিক অবস্থায়: C 0 0

সাম্যাবস্থায়: C(1 - α) Cα Cα

এসিড বিয়োজন ধ্রুবক, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

ঘনমাত্রা, C = 0.1 M (ডেসিমোলার) |

বিয়োজনমাত্রা, α = ?

আমরা জানি,

$K_a = \alpha^2 C$ বা, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$ বা, $\alpha = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{0.1}}$

$\therefore pH = -log\,[H^+] = -log\,(\alpha C) = -log\,(0.0134 \times 0.1) = 2.87$ [বিয়োজনমাত্রা, α= 0.0134; ঘনমাত্রা, C = 0.1 M; A পাত্রের, pH = ?

(ঘ)

A পাত্রের দ্রবণ: 80 mL 0.1 M HA দ্রবণ

B পাত্রের দ্রবণ: 40 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ

(A + B) মিশ্রণের দ্রবণটি একটি অম্লীয় বাফার। অম্লীয় বাফার দ্রবণটিতে NaA লবণ উৎপন্ন হয়।

এখন এই HA ও NaA বাফার দ্রবণের বিয়োজন ঘটে নিম্নরূপ—

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$
$$NaA \rightarrow A^-(aq) + Na^+(aq)$$

এসিড যোগে: HA মৃদু এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয়। এই বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ HCl এসিড (H^+) যোগ করা হলে দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে অতিরিক্ত H^+ দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত HA উৎপন্ন করে। তাই দ্রবণের pH মান স্থির থাকে।

উদ্দীপকের A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রণের ফলে 40 mL 0.1 M NaOH কে 40 mL 0.1 M HA দ্বারা প্রশমিত করলে 40 mL 0.1 M NaA লবণ উৎপন্ন হবে এবং মিশ্রণে অতিরিক্ত HA (অম্ল) থাকবে = (80 - 40) mL 0.1 M

= 40 mL 0.1 M

আমরা জানি,

$$pH = pK_a + log\,\frac{[\text{ক্ষা}]}{[\text{অ}]}$$

$\therefore$ দ্রবণের $pH = pK_a + log\,\frac{[\text{ক্ষা}]}{[\text{অ}]}$

$$= -log\,(1.8 \times 10^{-5}) + log\left(\frac{40 \times 0.1}{40 \times 0.1}\right) = 4.74$$

ধরি, এতে সামান্য পরিমাণে HCl যোগ করার ফলে মোট অম্ল হয় 45 mL 0.1M

$\therefore$ সেক্ষেত্রে pH হবে $= -log\,(1.8 \times 10^{-5}) + log\left(\frac{40\times0.1}{45\times0.1}\right)$

= 4.69

যা পূর্বের pH এর খুব কাছাকাছি

অর্থাৎ, উপরিউক্ত আলোচনা সাপেক্ষে গাণিতিকভাবে বলা যায় যে, A এবং B এর মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য HCl যোগ করলে pH এর পরিবর্তন খুব সামান্য হয় ।

বিগত বছরে বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা প্রশ্নের উত্তর

– MCQ –

০১। $H_2O + NH_3 = NH_4^+ + OH^-$ বিক্রিয়াটিতে পানির ভূমিকা কি? [M] [45s] [CUET' 10-11]

(a) অম্ল (b) ক্ষার (c) নিরপেক্ষ যৌগ (d) None of these

সমাধানঃ (a) |
$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$
$$\underline{NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+}$$
$$H_2O + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + OH$$

০২। 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল (K_w) ও মোলার ঘনমাত্রা থেকে বিয়োজিত ও অবিয়োজিত পানির অনুপাত বের কর। [H] [2 min] [CKRUET'21-22]

(a) $1.20 \times 10^{-9}:1$ (b) $1.60 \times 10^{-8}:1$ (c) $1.50 \times 10^{-8}:1$ (d) $1.80 \times 10^{-9}:1$
(e) $1.90 \times 10^{-9}:1$

সমাধানঃ (d) | $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$
initially: 55.56 – –
at equilibrium: $55.56 - 10^{-7}$ 10^{-7} 10^{-7}
বিয়োজিত ও অবিয়োজিত পানির অনুপাত: $\frac{1\times10^{-7}}{55.56-10^{-7}} = 1.8 \times 10^{-9}$

০৩। 298 K তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুনফলের মান কত? [E] [20s] [BUTEX'15-16]

(a) 10^{-12} (b) 10^{-15} (c) 10^{-14} (d) 10^{-7}

সমাধানঃ (c) | $25°C$ তাপমাত্রায় পানিতে বিদ্যমান $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
∴ আয়নিক গুণফল, $k_w = [H^+][OH^-] = (10^{-7})(10^{-7}) = 10^{-14}$

০৪। বিশুদ্ধ পানির মোলারিটি কত? [M] [1 min] [BUTEX'13-14]

(a) 1.16M (b) 5.56 M (c) 18.36 M (d) 55.56 M

সমাধানঃ (d) | 1 L বিশুদ্ধ পানির ভর 1 Kg
$$\therefore C = \frac{n}{V_{(L)}} = \frac{\frac{w}{M}}{V_{(L)}} = \frac{\frac{1000}{18}}{1} = 55.56\ M$$

০৫। নিম্নের কোনটি 298K তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল? [E] [20s] [BUET'10-11]

(a) 10^{-12} (b) $M\ 10^{-14}$ (c) $10^{-13}\ M^2$ (d) $10^{-14}\ M^2$

সমাধানঃ (b) | $25°C$ তাপমাত্রায় পানিতে বিদ্যমান $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
∴ আয়নিক গুণফল, $k_w = [H^+][OH^-] = (10^{-7})(10^{-7}) = 10^{-14}$
298 K তাপমাত্রায়, $K_w = 10^{-14}$ [এককবিহীন]

০৬। 25°C তাপমাত্রায় 0.01M CH_3COOH এসিড 1.45% আয়নিত হয়। এসিডটির বিয়োজন ধ্রুবক কত? [E] [1min] [CKRUET 23-24]

(a) 2.13×10^{-5} (b) 2.13×10^{-6} (c) 1.81×10^{-5} (d) 1.81×10^{-6} (e) 2.81×10^{-3}

সমাধানঃ (b) | $K_a = \alpha^2 c = \left(\frac{1.45}{100}\right)^2 \times 0.01 = 2.1025 \times 10^{-6}$

০৭। Calculate the pH of 0.1 M CH_3COOH. The dissociation constant of acetic acid is 1.8×10^{-5}. [E] [1 min] [IUT'20-21]

(a) 1.80 (b) 2.17 (c) 3.15 (d) 2.87

সমাধানঃ (d) | $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$
initially c– –
at equilibrium $c - c\alpha$ $c\alpha$ $c\alpha$

$k_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{\alpha^2c^2}{c(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2c}{1-\alpha}$

$\therefore K_a = \alpha^2 c \ [\alpha <<< 1]$

$\therefore pH = -\log[H^+] = -\log(c\alpha) = -\log\left(\sqrt{k_a \times C}\right) = -\log\sqrt{(1.8\times10^{-5}\times0.1)} = 2.87$

০৮। অ্যামোনিয়াম কনজুগেট অম্ল NH_4^+ এর $K_a = 5.0\times10^{-10}$ হলে NH_3 এর K_b এর মান কত?

[M] [45s] [CUET'14-15]

(a) $5.8\times10^{-10}molL^{-1}$ (b) $5.8\times10^{-4}moll^{-1}$

(c) $1.72\times10^{-5}molL^{-1}$ (d) $1.27\times10^{-5}molL^{-1}$

সমাধানঃ (c) | $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$ ক্ষার অনুবন্ধী এসিড

এখানে, $K_a \times K_b = K_w \Rightarrow 5.8\times10^{-10}\times K_b = 10^{-14} \therefore K_b = 1.72\times10^{-5}molL^{-1}$

০৯। 298 K তাপমাত্রায় HNO_2 এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক 4.5×10^{-4} । যে ঘনমাত্রায় এসিডটি 5% আয়নিত হয় তা নির্ণয় কর।

[E] [45s] [KUET'07-08, BUTEX'12-13]

(a) 0.18 M (b) 0.09 M (c) 0.05 M (d) 0.005 M (e) 0.0005M

সমাধানঃ (a) | এখানে, $K_a = \alpha^2 c \Rightarrow c = \frac{K_a}{\alpha^2} = \frac{4.5\times10^{-4}}{(0.05)^2} = 0.18\ M$

১০। তিনটি এসিড দ্রবণের pH এর মান যথাক্রমে 3, 4 ও 5। এই এসিড তিনটিকে সম আয়তনে নিয়ে একটি পাত্রে মিশ্রিত করা হলো। মিশ্র দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত হবে?

[M] [1min] [CKRUET 22-23]

(a) $2.6\times10^{-4}M$ (b) $4.2\times10^{-4}M$ (c) $3.7\times10^{-4}M$ (d) $4.9\times10^{-5}M$

(e) $1.8\times10^{-5}M$

সমাধানঃ (c) | তিনটি এসিডের ঘনমাত্রা যথাক্রমে $10^{-3}M, 10^{-4}M, 10^{-5}M$

$C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3 = C(V_1+V_2+V_3) \Rightarrow (10^{-3}+10^{-4}+10^{-5})V = C\times3V$

$\therefore C = 3.7\times10^{-4}M$

১১। কোন দ্রবণের pH = 8.5 এবং আয়তন 2.5liter দ্রবণে কতটি H^+ আয়ন আছে? [M] [1 min] [CKRUET'21-22]

(a) 7.27×10^{-9} (b) 4.16×10^{-9} (c) 5.48×10^{15} (d) 4.76×10^{15}

(e) 1.90×10^{15}

সমাধানঃ (d) | $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-8.5} = 3.16\times10^{-9}M; n_{H^+} = 3.16\times10^{-9}\times2.5 = 7.905\times10^{-9}mol$

$\therefore H^+$আয়নের সংখ্যা $= 7.905\times10^{-9}\times6.023\times10^{23} = 4.76\times10^{15}$

১২। মানুষের রক্তের pH 7.4 হলে এই রক্তের 1 ml এ OH^- এর সংখ্যা নির্ণয় কর। [M] [1 min] [CKRUET'21-22]

(a) 1.11×10^{13} (b) 1.34×10^{14} (c) 1.83×10^{14} (d) 1.51×10^{14}

(e) 1.49×10^{13}

সমাধানঃ (d) | $pOH = 14 - pH = 14 - 7.4 = 6.6$ এবং $[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-6.6} = 2.512\times10^{-7}M$

$\therefore 1mL$ এ OH^- এর সংখ্যা $= \frac{2.512\times10^{-7}\times6.023\times10^{23}}{1000} = 1.513\times10^{14}$

১৩। কমলা লেবুর রসের pH 3.8 হলে ঐ রসে OH^- এর ঘনমাত্রা কত? [M] [1 min] [CUET'15-16, CKRUET'20-21]

(a) $6.33\times10^{-11}M$ (b) $6.54\times10^{-11}M$ (c) $6.75\times10^{-11}M$ (d) $8.4\times10^{-11}M$

(e) $8.81\times10^{-11}M$

সমাধানঃ (a) | $pH = 3.8 \Rightarrow pOH = 14 - 3.8 = 10.2 \Rightarrow -\log[OH^-] = 10.2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-10.2} = 6.31\times10^{-11}M$

১৪। The concentration of hydronium ion in a water solution is 2.5×10^{-3} *M*. The solution will be-

[E] [30S] [IUT'19-20]

(a) Acidic (b) Neutral (c) Basic (d) None of the above

সমাধানঃ (a) | pH = -log[2.5×10^{-3}] = 2.6 hence it is acidic.

১৫। পানিতে নীচের কোন দ্রবণটির pH সবচেয়ে বেশি? [M] [45s] [KUET'18-19]

(a) $\frac{M}{10}MgSO_4$ দ্রবণ (b) $\frac{M}{10}$ NaCl দ্রবণ (c) $\frac{M}{10}FeCl_3$ দ্রবণ (d) $\frac{M}{10}Na_2CO_3$ দ্রবণ

(e) $\frac{M}{10}NH_4CL$ দ্রবণ

সমাধানঃ (d) | (Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী। তাই এর pH সবচেয়ে বেশি।

$Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2Na^+ + CO_2 + 2OH^-$

১৬। X এবং Y দুটি জলীয় দ্রবণের pOH এর মান যথাক্রমে 8 এবং 11 X এবং Y দ্রবণে H_3O^+ আয়নের গাঢ়ত্বের অনুপাত কত হবে? [M] [1 min] [KUET'18-19]

(a) $1:1.0\times10^3$ (b) $2:1$ (c) $1.0\times10^3:1$ (d) $1:1.0\times10^2$

(e) $1.0\times10^2:1$

সমাধানঃ (c) | X এর জন্য,

$pOH = 8 \Rightarrow pH = 6 \Rightarrow [H^+] = 10^{-6}$ M

Y এর জন্য,

$pOH = 11 \Rightarrow pH = 3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-3}$ M

$\therefore \frac{[H^+]_X}{[H^+]_Y} = \frac{10^{-6}}{10^{-3}} = 10^{-3} = \frac{1}{10^3}$

১৭। A sample of sea water has an OH^- concentration of 1.58×10^{-4} M. The pH of the sea water is- [E] [30S] [IUT'18-19]

(a) 8.20 (b) 11.70 (c) 10.2 d) 6.8

সমাধানঃ (c) | pOH = -log[OH^-] = 3.8 ⇒ pH = 10.2

১৮। সামুদ্রিক পানির OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 5.0×10^{-6} M হলে এতে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত হবে? [E] [30S] [KUET'17-18]

(a) 1.0×10^{-9}M (b) 2.0×10^{-9}M (c) 3.0×10^{-9}M (d) 4.0×10^{-9}M

(e) 5.0×10^{-9}M

সমাধানঃ (b) | $[H_3O^+][OH^-] = K_w \therefore [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-6}} = 2\times10^{-9}$M

১৯। NaOH এর 0.1% জলীয় দ্রবণের pH কত? [E] [45s] [BUTEX'15-16, SUST'17-18]

(a) 8.5 (b) 9.0 (c) 10.4 (d) 12.4

সমাধানঃ (d) $[OH^-] = [NaOH] = \frac{0.1\times10}{40} = 0.025M$ $\left[x\%\ \left(\frac{w}{v}\right)\ \text{দ্রবণের মোলারিটি} = \frac{10x}{M}\right]$|

$\therefore pOH = 1.6 \Rightarrow pH = 14 - 1.6 = 12.4$

২০। 0.001 M NaOH এর pH কত? [E][45S] [BUTEX'16-17]

(a) 3 (b) 7 (c) 11 (d) 5

সমাধানঃ (c) | $pH = 14 + \log[OH] = 14 + \log(10^{-3}) = 11$

২১। 100 mL ক্ষারীয় পানি সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে 16.9 mL $\frac{N}{50}$ HCl প্রয়োজন। পানির ক্ষারকত্বের পরিমাণ কত? [H] [1.5 min] [KUET'15-16]

(a) 169 ppm (b) 338 ppm (c) 338 ppb (d) 16.9 ppm

(e) 84.5 ppm

সমাধানঃ (a) | $\sum(eCV)_{Acid}\ \sum(eCV)_{Base} \Rightarrow \frac{1}{50}\times\frac{16.9}{1000} = 2\times\frac{W}{100}(\text{as } CaCO_3)$

$\Rightarrow W = 0.0169gm = 16.9gm$ 1000 mL এর জন্য ক্ষারকত্ব = 169 ppm

২২। একটি বাফার দ্রবণে 0.020 mol NH_4OH এবং 0.035 mol NH_4CI আছে। দ্রবণটির pH কত? ($K_b = 1.8\times10^{-5}$) [E] [45s] [KUET'15-16]

(a) 7.05 (b) 4.988 (c) 9.01 (d) 11.03 (e) 8.07

সমাধানঃ (c) | $pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = -\log K_b + \log\frac{n_{salt}}{n_{base}} = -\log(1.8\times10^{-5}) + \log\frac{0.035}{0.02} = 4.988$

$\therefore pH = 14 - 4.988 = 9.01$

২৩। 0.02M NaOH দ্রবণের pH কোনটি? [E] [30S] [KUET'14-15]

(a) 1.69 (b) 8.77 (c) 12.30 (d) 13.31 (e) 13.98

সমাধানঃ (c) | pOH = -log(0.02)= 1.7; pH = 14-pOH = 12.3

২৪। A solution has hydroxyl ion (OH^-) concentration of 6.2×10^{-7} mol/L. The pH of this solution will be [E] [30S] [IUT'14-15]

(a) 8.7 (b) 7.8 (c) 6.8 (d) 2.1.

সমাধানঃ (b) | pOH = -log $[OH^-]$=-log $[6.2 \times 10^{-7}]$= 6.2 pH= 14-pOH = 7.8

২৫। মাটির pH 3.0 এর কম হলে কৃষি উৎপাদন ব্যাপকভাবে হ্রাস পাবে, কারণ এ অবস্থায়- [I] [20s] [BUET' 13-14]

(a) মাটির অণুজীব ধ্বংস হয়ে যাবে (b) মাটিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ ব্যাপকভাবে হ্রাস পাবে

(c) মাটির গঠন দুর্বল হয়ে যাবে (d) মাটির উপাদান বিষাক্ত হয়ে উঠবে

সমাধানঃ (a) |

২৬। 0.02 M $Ba(OH)_2$ দ্রবণের pH নির্ণয় কর। [E] [45s] [RUET'13-14]

(a) 12.60 (b) 5.36 (c) 8.12 (d) 11.24 (e) None

সমাধানঃ (a) | pH = 14 - pOH = 14+ log (2 x 0.020) = 12.60.

২৭। 0.025 M OH^- দ্রবণের pH কোনটি? [E] [30S] [BUTEX'13-14]

(a) 1.60 (b) 3.69 (c) 10.31 (d) 12.40

সমাধানঃ (d) | pH = 14-pOH = 14+ log(OH) = 12.4

২৮। নিম্নের কোনটি রক্তের pH এর মান? [I] [20s] [RUET'12-13]

(a) 7-7.55 (b) 6.45-7.45 (c) 6.0-7.45 (d) 7.35-7.45 (e) 1.4259

সমাধানঃ (d) |

২৯। 25°C তাপমাত্রায় 0.015 M এবং 3.75% ইথানয়িক এসিড দ্রবণের pH কত হবে? [E] [45s] [KUET'11-12]

(a) 1.8239 (b) 1.2498 (c) 3.2498 (d) 2.2498 (e) 7.0-8.0

সমাধানঃ (c) | H^+এর মোল সংখ্যা $= e\alpha c = 0.015 \times (3.75 \div 100)\text{mole} = 5.625 \times 10^{-4}\text{mol}$

৩০। কোন দ্রবণের pH = 8.5, দ্রবনে কতটি H^+ আয়ন আছে (দ্রবণের আয়তন = 2.3 litre) [E] [1 min] [RUET'11-12]

(a) 7.27×10^{-9} (b) 3.16×10^{-9} (c) 4.38×10^{15} (d) 1.9×10^{15} (e) None

সমাধানঃ (c) | $-\log[H^+] = 8.5 \therefore [H^+] = 3.16 \times 10^{-9}\text{molt}^{-1}$

$\therefore H^+$এর সংখ্যা $= 3.16 \times 10^{-9} \times 2.3 \times 6.023 \times 10^{23} = 4.38 \times 10^{15}$

৩১। চোখের পানির pH সীমা হবে- [I] [20s] [BUTEX'11-12]

(a) 6.65-6.38 (b) 6.6-6.9 (c) 4.8-7.5 (d) 2.0-1.6

সমাধানঃ (c) |

৩২। 1.0 M H_2SO_4 দ্রবণে উপস্থিত হাইড্রোজেন আয়নের মোলারিটি হবে- [E] [30S] [BUTEX'11-12]

(a) 1.0 M (b) 2.0 M (c) 3.0 M (d) 4.0 M

সমাধানঃ (b) | $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

1M 2M 1M

৩৩। How many times will the concentration of H^+ ion in a solution decrease if its pH is changed from 2 to 5? [M] [45s] [IUT'11-12]

(a) 10000 times (b) 100 times (c) 1000 times (d) 10 times

সমাধানঃ (c) |

$[H^+]_1 = 10^{-2}$; $[H^+]_2 = 10^{-5}$

$\therefore \frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = \frac{10^{-2}}{10^{-5}} = 1000$

৩৪। বিশুদ্ধ পানিতে ইথানল যোগ করলে মিশ্রণটির pH এর মান হবে- [M][45S] [BUET'10-11]

(a) 7.0 অপেক্ষা বেশি (b) 7.0 অপেক্ষা কম (c) 7.0 (d) None

সমাধানঃ (a) | $CH_3 - CH_2 - \ddot{O}H$ এর অক্সিজেন পরমাণুতে থাকা মুক্তজোড়ের কারণে ইহাH^+ গ্রহণে সক্ষম। তাই এর জলীয় দ্রবণ সামান্য ক্ষারীয়।

৩৫। খাবার লবণের 1.0 M জলীয় দ্রবণের pH এর মান কত? [E] [30S] [BUET'10-11]

(a) 6.5 (b) 7.0 (c) 4.5 (d) 8.5

সমাধানঃ (b) | $NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NaOH + HCl$

নিরপেক্ষ সবল ক্ষার সবল অম্ল

৩৬। 0.2 gm NaOH 250ml বিশুদ্ধ পানিতে দ্রবীভূত করলে দ্রবণের pH এর মান কত হবে? [E] [45s] [KUET'10-11]

(a) 12.3 (b) 13.3 (c) 11.3 (d) 10.3 (e) 9.3

সমাধানঃ (a) | $c = \frac{n}{V_L} = \frac{\frac{0.2}{40}}{250\times10^{-3}}$ M; pH = 14+ log (0.02) = 12.3

৩৭। অম্ল বৃষ্টির pH এর মান কত? [I] [30S] [RUET'10-11]

(a) 5.6 (b) 7.0 (c) 6.2 (d) 4.2 (e) None

সমাধানঃ (d) |

৩৮। কোন দ্রবণের pH এর মান 3.6 হলে দ্রবনটির $[H^+]$ এর মান কোনটি? [E] [45s] [CUET'10-11]

(a) 2.51×10^{-3} mol/L (b) 2.51×10^{-5} mol/L

(c) 2.51×10^{-4} mol/L(d) None

সমাধানঃ (c) | $pH = -\log[H^+] \therefore [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.6} = 2.512 \times 10^{-4}$mol/L

৩৯। 0.0001 M HCl দ্রবণের pH এর মান কত? [E] [30S] [CUET'10-11]

(a) 4.0 (b) 3.0 (c) 3.5 (d) None of these

সমাধানঃ (a) | pH = -log[H^+] = -log(0.0001) = 4

৪০। একটি ফলের রসে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্ব 3.3×10^{-2} M হলে ঐ রসের pH কত? [E] [30S] [CUET' 10-11]

(a) 2.00 (b) 1.48 (c) 4.48 (d) 2.18

সমাধানঃ (b) | pH = - log[H^+] = log log (3.3×10^{-2}) = 1.481

৪১। If the hydrogen ion concentration of a fruit juice is 3.3×10^{-2} M, what is the pH? [E] [30S] [IUT'10-11]

(a) 2.48 (b) 3.48 (c) 2.18 (d) 1.48

সমাধানঃ (d) | pH = - log[H^+] = log (3.3×10^{-2}) = 1.481

৪২। What is the pH of the solution at 198 K containing 2 g of NaOH in 800 ml of water? [M] [45s] [IUT'08-09]

(a) 13 (b) 6.25 (c) 12.796 (d) 12.204

সমাধানঃ (c) | $C = \frac{1000W}{MV} = \frac{1000\times2}{40\times800} = 0.0625M$

$\therefore pOH = -\log C = 1.20412 \therefore pH = 14 - pOH = 12.796$

৪৩। The number of H^+ ions present in 1 mL of a solution having pH = 13 is: [E] [45s] [IUT'08-09]

(a) 10^{13} (b) 6.023×10^{13} (c) 6.023×10^{7} (d) 6.023×10^{10}

সমাধানঃ (c) | $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-13}molL^{-1}; \therefore$ No. of ion $= \frac{10^{-13}\times6.023\times10^{23}}{1000} = 6.02 \times 10^{7}$

৪৪। According to Acid's strength, which one of the following statement is not true? [M] [45s] [IUT'16-17]

(a) $HCl > H_2SO_3 > HNO_2$ (b) $H_3PO_3 > H_3PO_4 > HCO_2H$

(c) $HF > HNO_2 > CH_3CO_2H$ (d) $H_3PO_3 > HNO_2 > HCO_2H$

সমাধানঃ (a) | HCl, H_2SO_3 ও HNO_2 এর ক্ষেত্রে বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর ক্রম $HCl > H_2SO_3 > HNO_2$

৪৫। নিচের কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী এসিড? [E] [30S] [BUTEX'15-16]

(a) $HClO_4$ (b) HCl (c) $HClO_2$ (d) $HClO_3$

সমাধানঃ (a) | $HClO_4$ এ Cl এর জারণ মান সর্বোচ্চ (+7) অক্সিএসিডের ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণুর চার্জ ঘনত্ব বেশী হলে এসিড অধিক শক্তিশালী হয়।

৪৬। একটি বাফার দ্রবণে 0.015 মোল NH_4OH এবং 0.025 মোল NH_4Cl আছে। দ্রবণটির pH এর মান নির্ণয় কর। কক্ষ তাপমাত্রায় NH_4OH এর বিয়োজন ধ্রুবক 1.80×10^{-5}। [M] [1.25min] [CKRUET23-24]

(a) 9.0335 (b) 11.2012 (c) 12.9201 (d) 7.2801 (e) 13.8031

সমাধানঃ (a) |

$$pOH = pK_b + \log \frac{n_{salt}}{n_{base}} = -\log (1.80 \times 10^{-5}) + \log \frac{0.025}{0.015} = 4.97$$

$$\therefore pH = 14 - pOH = 9.033$$

৪৭। How many grams of sodium acetate is to be mixed with 1.0 dm^3 0.4 molar acetic acid solution to have hydrogen ion concentration, $[H^+] = 2.010^{-4}$ g ion dm^{-3} in the solution? [$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]. [H] [2 min] [IUT' 19-20]

(a) 24.52 g (b) 0.036 g (c) 2.952 g (d) 82 g

সমাধানঃ (c) | $[H^+] = 2 \times 10^{-4}$ moldm^{-3} $= 2 \times 10^{-4}$moldm^{-3}

$$pH = pK_a + \log \frac{n_{CH_3COONa}}{n_{CH_3COOH}} \Rightarrow -\log (2 \times 10^{-4}) = -\log (1.8 \times 10^{-5}) + \log \frac{\frac{w}{82}}{1 \times 0.4} \Rightarrow w = 2.952 \text{ g}$$

৪৮। What ratio of $\left[\frac{NH_3}{NH_4^+}\right]$ is required for a buffer solution that has pH = 7.0 ? [K_a Value of NH_4^+ ion $= 5.6 \times 10^{-10}$] [M] [1.5 min] [IUT'16-17]

(a) 5.6×10^{-10} (b) 6.5×10^{-3} (c) 177.83 (d) 17.783

সমাধানঃ (a) |

$$pH = pK_a + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} ; \Rightarrow 7 = -\log (5.6 \times 10^{-10}) + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} \Rightarrow \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 5.6 \times 10^{-3}$$

৪৯। 25°C তাপমাত্রায় অ্যাসিটিক এসিডের pKa হল 4.76। 5.0 pH এর বাফার দ্রবণ সোডিয়াম অ্যাসিটেট থেকে কিভাবে প্রস্তুত করা যায়? [M] [1 min] [CUET'15-16]

(a) None of them
(b) The ratio of sodium acetate to acetic acid is 1:1.738
(c) The ratio of sodium acetate to acetic acid is 1:1
(d) The ratio of sodium acetate to acetic acid is 1.738:1

সমাধানঃ (d) |

$$pH = pKa + \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}} \Rightarrow 5 = 4.76 + \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}} \Rightarrow \frac{n_{salt}}{n_{acid}} = 10^{5-4.76} = 10^{0.24} = 1.738:1$$

৫০। pH = 4.60 বিশিষ্ট একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে যে অনুপাতে লবণ ও এসিড মেশাতে হবে অর্থাৎ লবণ: এসিড অনুপাত কত? (দেওয়া আছে pka = 4.75) [M] [1 min] [KUET' 14-15]

(a) 0.708: 1.0 (b) 0.604: 1.0 (c) 0.907: 1.0 (d) 0.599: 1.0. (e)0.804: 1.0

সমাধানঃ (a) | $pH = pK_a + \log \frac{[Salt]}{[Acid]} \Rightarrow 4.6 = 4.75 + \log \frac{[Salt]}{[Acld]} \Rightarrow \frac{[Salt]}{[Acld]} = \frac{0.708}{1}$

৫১। বাফার দ্রবণটি শনাক্ত কর। [M] [1.5 min] [RUET'14-15]

(a) 0.2 M 10 mL $CHCHOH_3$ + 0.2 M 10 mL NaOH (b) 0.2 M 10 mL CH_3COOH + 0.1 M 10 mL NaOH
(c) 0.1 M 10 mL CH_3COOH + 0.2 M 10 mL NaOH (d) 0.2 M 10 mL HCL + 0.1 M 10 mL NaOH
(e) None

সমাধানঃ (b) |

	CH_3COOH	+	NaOH	⟶	CH_3COONa	+	H_2O
initially:	2×10^{-3}		1×10^{-3}		–		–
after reaction:	$(2 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3})$ $= 1 \times 10^{-3}$		$(1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3})$ $= 0$		1×10^{-3} $= 1 \times 10^{-3}$		1×10^{-3} $= 1 \times 10^{-3}$

মিশ্রণে CH_3COOH ও CH_3COONa অবশিষ্ট থাকে। যা একটি বাফার দ্রবণ।

৫২। একটি বাফার দ্রবণে HCN এবং NaCN উভয় দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.025 M এবং HCN আয়নীকরণ ধ্রুবক 7.20×10^{-5} হলে বাফার দ্রবণে H^+ আয়ন এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। [M] [1 min] [KUET'13-14]

(a) 7.20×10^{-5}M (b) 1.0M (c) 0.025M (d) 5.67×10^{-11} (e) 29.45×10^{-10}

সমাধানঃ (a) | $pH = -\log(7.2 \times 10^{-5}) + \log\frac{[0.025]}{[0.025]} \Rightarrow -\log[H^+] = -\log(7.2 \times 10^{-5})$

$\therefore [H^+] = 7.2 \times 10^{-5}$M

৫৩। রক্তের বাফার ক্রিয়ার সমীকরণ কোনটি? [I] [30S] [RUET'12-13]

(a) $H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$ (b) $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_2^{2-}$

(c) $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$ (d) $HCO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ (e) None

সমাধানঃ (a) |

৫৪। নিচের কোনটি বাফার দ্রবণ নয়? [I] [45s] [BUET'11-12]

(a) $CH_3COOH + CH_3COONa$ (b) $HClO_2 + CH_3CCOH$ (c) $H_2CO_3 + NaHCO_3$ (d) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$

সমাধানঃ (b) |

৫৫। Henderson সমীকরণ এর ক্ষেত্রে নিম্নের কোনটি সঠিক? [E] [30S] [KUET'11-12]

(a) $pH = pK_a - \log\frac{[Acid]}{[Salt]}$ (b) $-pK_a = -pH + \log\frac{[Acid]}{[Salt]}$

(c) $pH = pK_a + \log\frac{[Acid]}{[Salt]}$ (d) $pH = pK_a - \log\frac{[Salt]}{[Acid}$

(e) $-\log[H^+] = -\log K_a + \log\frac{[Acid]}{[Salt]}$

সমাধানঃ (a) |

৫৬। একটি বাফার দ্রবণে HCN ও NaCN উভয় দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.01M। যদি HCN এর আয়নীকরণ ধ্রুবক 7.2×10^{-10} হয় তাহলে বাফার দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কত? [M]

(a) 1.389×10^{-5}M (b) 1.3×10^{-5}M (c) 1.389×10^{5}M (d) None

সমাধানঃ (c) | $pH = pK_a + \log\frac{[Salt]}{[Acid]} \Rightarrow pH = pK_a + \log\frac{0.01}{0.01} \Rightarrow pH = pK_a + 0 \Rightarrow pH = pK_a$

$\therefore [H^+] = K_a = 7.2 \times 10^{-10}$M $\therefore [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{7.2 \times 10^{-10}} = 1.389 \times 10^{-5}$M

– WRITTEN –

০১। 200 mL 0.1 M H_2S দ্রবণে পানি যোগ করে ঘনমাত্রা কত করলে H_2S এর বিয়োজন গুণ বৃদ্ধি পাবে? [H_2S এর $K_a = 9.1 \times 10^{-8}$] [H] [3 min] [BUTEX'20-21]

সমাধানঃ $H_2S_{(aq)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$

	c	–	–
initially:			
at equilibrium:	$c - c\alpha$	$2c\alpha$	$c\alpha$

$\therefore k_a = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} = \frac{(4c^2\alpha^2)(c\alpha)}{c(1-\alpha)} = \frac{4\alpha^3c^2}{1-\alpha}$

শর্তমতে,

পরিবর্তিত বিয়োজন মাত্রা, $\alpha' = \alpha + 10 = 11\alpha$

পরিবর্তিত ঘনমাত্রা $= c'$

এখন,

$K_a = \frac{4\alpha^3c^2}{1-\alpha} = 9.1 \times 10^{-8} \Rightarrow 0.04\alpha^3 = 9.1 \times 10^{-8} - 9.1 \times 10^{-8}\alpha$

$\therefore \alpha = 0.013094$

আবার,

$k_a = \frac{4\alpha^3c^2}{1-\alpha} = \frac{4\alpha'^3c'^2}{1-\alpha'} \Rightarrow \frac{4\alpha^3(0.1)^2}{1-\alpha} = \frac{4(11\alpha)^3c'^2}{1-11\alpha} \Rightarrow \frac{0.01}{1-\alpha} = \frac{1331c'^2}{1-11\alpha} \Rightarrow c' = 2.55 \times 10^{-3}$ M

০২। NH_3 এর কনজুগেট অম্ল K_a এর মান 5.8×10^{-10} হলে NH_4^+ এর K_b এর মান কত? [BUTEX'18-19]

সমাধানঃ $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$

ক্ষার অনুবন্ধী এসিড

এখানে, $K_a \times K_b = K_w \Rightarrow 5.8 \times 10^{-10} \times K_b = 10^{-14} \therefore K_b = 1.72 \times 10^{-5} molL^{-1}$

০৩। তিনটি পাত্রে বিভিন্ন ধরনের দ্রবণে নেওয়া হলো। তাদের মধ্যে ১ম পাত্রের 10 mL HCl দ্রবণের pH = 2, ২য় পাত্রের 20mL CH_3COOH দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.002 M এবং ৩য় পাত্রে ১ম ও ২য় পাত্রের সম্পূর্ণ পরিমাণের দ্রবণগুলোকে মিশ্রিত করে মিশ্রণের pH = 2.46 পাওয়া গেল। প্রদত্ত ডাটা হতে CH_3COOH এর বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় কর।

[H] [2min] [BUTEX 22-23]

সমাধানঃ ১ম পাত্রে, $[H^+] = 10^{-2}M$

৩য় পাত্রে, $[H^+] = 10^{-2.46} = 3.467 \times 10^{-3}M$

এখন, $[H^+]_{HCl} = \frac{10^{-2} \times 10}{10+20} = 3.33 \times 10^{-3}M \Rightarrow \alpha C = 1.34 \times 10^{-4}M \Rightarrow \alpha = \frac{1.34 \times 10^{-4}}{\frac{0.002 \times 20}{20+10}} = 0.1005$

$= 10.05\%$

০৪। নিচের ফ্লুইডগুলোর pH মানের সীমা লিখ: (i) মুখের লালা (ii) পাকস্থলীর রস [I] [30S] [BUET'19-20]

সমাধানঃ (i) 6.35 - 6.68 (ii) 1.4 - 2.0

০৫। 1M, 0.1M ও 0.001 M NaOH দ্রবনের pH নির্ণয় কর। [H] [1.5min] [RUET'19-20]

সমাধানঃ $pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - (-\log[OH^-]) = 14 + \log[OH^-]$

$pH(1MNaOH) = 14 + \log(1) = 14$ $pH(0.1MNaOH) = 14 + \log(0.1) = 13$ $pH(0.001MNaOH) = 14 + \log(0.001) = 11$

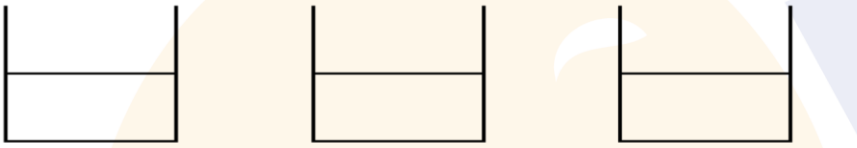
০৬। 50 mL সেমিমোলার H_2SO_4 ও 100 ml ডেসিমোলার NaOH মিশ্রিত করলে মিশ্রণটি অম্লীয় না ক্ষারীয় হবে? মিশ্রণটির মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। [M] [1.5 min] [RUET'18-19]

সমাধানঃ $[H^+] = \frac{\Sigma(eSV)_{acid} - \Sigma(eSV)_{base}}{\Sigma V} = \frac{2 \times 0.5 \times 50 - 1 \times 0.1 \times 100}{50+100} = 0.2667M$

মিশ্রণ অম্লীয় প্রকৃতির, $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ $\frac{0.2667M}{2}$ 0.2667 M= 0.1333 M

H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা = 0.1333M

০৭। দ্রবণ তিনটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে মিশ্রণের pH এর মান নির্ণয় কর। [M] [1.5 min] [BUTEX'18-19]



10 mL 0.2M HCl দ্রবন 30 mL 0.4M NaOH দ্রবন 10 mL 0.4M NaOH দ্রবন

সমাধানঃ $[H^+] = \frac{\Sigma(eSV)_{acld} - \Sigma(eSV)_{base}}{\Sigma V} = \frac{(10 \times 0.2) - (30 \times 0.4 + 10 \times 0.4)}{10+30+10} = -0.28M$

$[H^+]$ ঋণাত্মক তবে দ্রবণ ক্ষারীয় প্রকৃতির $[OH^-]$ = +0.28M

$pOH = -\log\log[OH^-] = 0.5528; pH = 14 - pOH = 13.4472$

০৮। হাইড্রোজেন আয়নের 5.6×10^{-2} M ঘনমাত্রা বিশিষ্ট 500 ml আমের রসের সাথে হাইড্রোজেন আয়নের 4.4×10^{-2} M ঘনমাত্রা বিশিষ্ট 500 ml কমলালেবুর রস মিশ্রিত করে ফলের রসের একটি মিশ্রণ তৈরী করা হল। ফলের রসের মিশ্রণের pH কত হবে? ফলের রসের মিশ্রণটি পানযোগ্য হবে কী? [BUET'16-17]

সমাধানঃ $[H^+] = \frac{n_1+n_2}{V_{total}} = \frac{c_1v_1+c_2v_2}{v_1+v_2} = \frac{5.6 \times 10^{-2} \times 0.5 + 4.4 \times 10^{-2} \times 0.5}{1} M = 0.05M$

$pH = -\log[H^+] = 1.301$, যা অতি অম্লীয়।

∴ ফলের রসটি পানযোগ্য হবে না।

০৯। একটি সার কারখানা থেকে অ্যামোনিয়া গ্যাস নিঃসরিত হয়ে পাশের মৎস্য চাষের একটি পুকুরের স্বচ্ছ পানিতে দ্রবীভূত হল। যদি দ্রবীভূত অ্যামোনিয়ার ঘনমাত্রা 0.01 M এবং বিয়োজন ধ্রুবক $K_b = 1.80 \times 10^{-5}$ হয় তাহলে পুকুরের পানির pH কত হবে? পুকুরটি মৎস্য চাষের উপযুক্ত হবে কী? [H] [1.5 min] [BUET'16-17]

সমাধানঃ $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$

$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.01} = 4.2426 \times 10^{-4}M$

আমরা জানি, $[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.2426 \times 10^{-4}} \therefore [H^+] = 2.357 \times 10^{-11}M$

$pH = -\log[H^+] = -\log(2.357 \times 10^{-11}) = 10.6276$ (অতিরিক্ত ক্ষারীয়)

পুকুরটি মৎস চাষের উপযোগী হবে না (Ans.)

১০। 25ml 0.1M HCl দ্রবণকে 0.1 M NaOH দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশনের সময় নিয়ে উল্লেখিত বিভিন্ন স্তরে pH এর মান বের কর। [M] [2 min] [BUET 13-14]

(a) 24.99 ml NaOH যোগ করলে। (b) 25.1mL NaOH যোগ করলে।

সমাধানঃ $[H^+] = \frac{(25-24.99)\times10^{-3}\times0.1}{(25+24.99)\times10^{-3}}$ M; $pH = -\log[H^+] = 4.6989$

(b) $[0H^-] = \frac{(25.1-25)\times10^{-3}\times0.1}{(25+25.1)\times10^{-3}}$ M; $pH = 14 - pOH = 14 + \log[H^-] = 10.3001623$

১১। 0.01 M NH_4OH ($K = 1.80 \times 10^{-5}$) দ্রবনের pH গননা কর। [E] [45s] [RUET'10-11]

সমাধানঃ $pH = 14 - pOH = 14 + \log[OH^-] = 14 + \log\left(\sqrt{K_b \times C}\right) = 14 \log\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.01} = 10.6276$

১২। 0.01M NaOH দ্রবণের pH নির্ণয় কর। [E] [30S] [BUTEX'10-11, 06-07]

সমাধানঃ 0.01M NaOH দ্রবণের $pOH = -\log[OH^-] = -\log[0.01] = 2$

$\therefore pH = 14 - 2 = 12$ (Ans.)

১৩। একটি ফলের রসের হাইড্রোনিয়াম আয়নের ঘনমাত্রা3.3×10^{-2} M. ফলের রসের pH কত? এটা কি অম্লীয় না ক্ষারীয়? এর pOH এর মান কত হবে? [E] [1 min] [BUET'08-09]

সমাধানঃ $[H_3O^+] = 3.3 \times 10^{-2}$M;

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(3.3 \times 10^{-2}) = 1.4815 \because pH < 7 \therefore$ দ্রবণটি অম্লীয়।

$pOH = 14 - pH = 12.52$

১৪। 0.01M HCl দ্রবণের pH কত? [E] [30S] [BUTEX'06-07,08-09]

সমাধানঃ $pH = -\log[H^+] = -\log[0.01] = 2$

১৫। 0.0003 M স্ট্রোনশিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণের pH নির্ণয় কর। [E] [45s] [BUET'07-08]

সমাধানঃ $Sr(OH)_2 \longrightarrow Sr^{2+} + 2OH^-$

0.0003 $\quad\quad$ 2×0.0003

$[OH^-] = 2 \times 0.0003 = 0.0006$M; $pOH = -\log[OH^-] = 3.222 \therefore pH = 14 - 3.222 = 10.778$

১৬। কোন এসিডের pH আয়নের মান 2.5 হলে $1cm^3$ পরিমাণ ঐ এসিডে হাইড্রোজেন আয়নের সংখ্যা নির্ণয় কর। [M] [1 min] [BUTEX'07-08]

সমাধানঃ আমরা জানি,

$pH = -\log[H^+]$ বা, $2.5 = -\log[H^+]$ বা, $[H^+] = 10^{-2.5} = 3.16 \times 10^{-3}$molL^{-1}

$n_{H^+} = c \times V_L = 3.16 \times 10^{-3} \times 10^{-3}$ $n_{H^+} = n \times N_A = 1.9 \times 10^{18}$ টি

১৭। 298 K তাপমাত্রায় ইথানোয়িক এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$ moldm^{-3} হলে উক্ত এসিডের 0.1 moldm^{-3} দ্রবণের pH বাহির কর? [E] [30S] [BUET'06-07, BUTEX'07-08]

সমাধানঃ $[H^+] = \sqrt{K_a C} = \sqrt{1.7 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.3 \times 10^{-3}$molL$^{-1} \therefore pH = -\log[H^+] = 2.88$

১৮। 25°C তাপমাত্রায় 1.0 dm^3 একটি বাফার দ্রবণ 0.025 mol NH_4OH এবং 0.035 mol NH_4Cl ধারণ করে।ঐ একই তাপমাত্রায় NH_4OH এর বিয়োজন ধ্রুবক, $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$। বাফার দ্রবণটির pH গণনা কর। [E] [1 min] [KUET'05-06]

সমাধানঃ $pOH = pK_b + \log\frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]} \Rightarrow 14 - pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\frac{0.035}{0.025} \Rightarrow pH = 9.11$

১৯। (a) pH এর গাণিতিক সংজ্ঞা লিখ। [RUET'05-06]

(b) একটি দ্রবণের হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়নের ঘনমাত্রা 6.2×10^{-7}mol L^{-1} হলে এই দ্রবণের pH কত হবে?

সমাধানঃ (a); কোন দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

সমাধানঃ (b); এখানে $pOH = -\log(6.2 \times 10^{-7}) = 6.207$; $pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - 6.027$; $pH = 7.792$

২০। কোন দ্রবণের pH > 7 হলে তা হবে .....দ্রবণ। [BUTEX' 05-06]

সমাধানঃ ক্ষারীয়

২১। 25°C তাপমাত্রায় HCl এর জলীয় দ্রবণের pH 2.6990 হলে দ্রবণটির মাত্রা মোলারিটিতে নির্ণয় কর। [BUET' 03-04]

সমাধানঃ $pH = -\log[H^+] \Rightarrow 2.699 = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 1.99986 \times 10^{-3} molL^{-1}$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ বিক্রিয়া হতে, $HCl -$ এর ঘনমাত্রা $2 \times 10^{-3} molL^{-1}$ (Ans.)

২২ প্রমাণ দ্রবণ ও বাফার দ্রবণ বলতে কী বুঝ? 1% NaOH দ্রবণের pH নির্ণয় কর। [RUET' 03-04]

সমাধানঃ প্রমাণ দ্রবণঃ যে দ্রবণের ঘনমাত্রা জানা থাকে তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। বাফার দ্রবণঃ যে দ্রবণ তার নিজস্ব pH মাত্রা অক্ষুন্ন রাখতে পারে তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

$1\%NaOH -$ এর ঘনমাত্রা $= \frac{10 \times 1}{40} = 0.25M \left[x\% \left(\frac{W}{V}\right) = \frac{10x}{M} M\right]$

$\therefore pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.25 = 0.602 \therefore pH = 14 - pOH = 13.398$ (Ans.)

২৩। লেবুর রসের জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা $2.8 \times 10^{-5}\ molL^{-1}$ [BUET'02-03]

(i) দ্রবণের pH কত? **(ii) দ্রবণের প্রকৃতি কীরূপ?**

সমাধানঃ (i) $pH = -\log[H^+] = -\log(2.8 \times 10^{-5}) = 4.55$ (ii) অম্লীয়

২৪। 1 লিটার পানিতে 53.45 mg NH_4Cl দ্রবীভূত করা হয়েছে এবং দ্রবণের pH এর মান 8 করা হয়েছে। দ্রবণে $[NH_4^+]$ ও $[NH_3]$ এর ঘনত্ব (M এ) নির্ণয় কর। $[NH_4^+$ এর জন্য $K_a = 10^{-9.26}]$ [H] [2min] [BUET 21-22]

সমাধানঃ $pK_a = 9.26$

$\therefore pK_b = 14 - pK_a = 14 - 9.26 = 4.74 [NH_4^+] = \frac{n}{V_L} = \frac{\frac{53.45 \times 10^{-3}}{14+4+35.5}}{1} M = 9.99 \times 10^{-4}$

আমরা জানি,

$pOH = pK_b + \log \frac{[\text{ salt }]}{[\text{ base }]} \Rightarrow 6 = 4.74 + \log \frac{n_{NH_4Cl}}{n_{NH_3}} \Rightarrow 1.26 = \log \frac{\frac{53.45 \times 10^{-3}}{14+4+35.5}}{n_{NH_3}}$

$\therefore n_{NH_3} = 5.49 \times 10^{-5} mol \Rightarrow C \times V_L = 5.49 \times 10^{-5} \Rightarrow C = 5.49 \times 10^{-5} M$

$\therefore [NH_3] = 5.49 \times 10^{-5} M$

২৫। 60 cm^3 0.05 M CH_3COOH দ্রবণের সাথে কত cm^3 0.1 M CH_3COONa দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণের pH 4.0 হবে? [M] [1.5 min] [BUTEX 21-22]

সমাধানঃ $pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 4 = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log \frac{n_{CH_3COOH}}{n_{CH_3COOH}} \Rightarrow \frac{n_{CH_3COONa}}{n_{CH_3COOH}} = 0.18$

$\Rightarrow \frac{V_{CH_3COOHa} \times 0.1}{60 \times 0.05} = 0.18 \quad \therefore V_{CH_3COONa} = 5.4 cm^3$

২৬। এক মোল অ্যাসিটিক এসিড ও এক মোল সোডিয়াম অ্যাসিটেট সম্বলিত এক লিটার দ্রবণে 4g NaOH দ্রবীভূত করা হল। উৎপাদিত মিশ্রণটির pH নির্ণয় কর। অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক = 1.8×10^{-5} [H] [2 min] [BUET'19-20]

সমাধানঃ $pH = pK_a + \log \frac{n_{salt} + x}{n_{salt} - x} = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log \frac{1 + \frac{4}{40}}{1 - \frac{4}{40}} = 4.832$

২৭। অ্যামোনিয়া দ্রবণের 0.1 M মাত্রার 25 cm^3 কে একটি কনিকেল ফ্লাস্কে নেওয়া হলো। তারপর উক্ত দ্রবণের মধ্যে 0.1M মাত্রার HCl এর 5 cm^3 দ্রবণ যোগ করা হলো। দ্রবণের pH হিসাব কর। $[K_b = 3.3 \times 10^{-5}]$ [H] [2 min] [KUET'19-20]

সমাধানঃ

	NH_3	+	HCl	→	NH_4Cl
initially:	2.5 mmol		0.5 mmol		-
after reaction:	2 mmol		0		0.5 mmol

	NH_3	+	H_2O	⟶	NH_4OH
initially:	2 mmol		2 mmol		-
after reaction:	0		0		2 mmol

$pOH = pK_b + \log \frac{[NH_4Cl]}{[NH_4OH]} = -\log(3.3 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{0.5}{2}\right) = 3.88$

$\therefore pH = 11 - 3.88 = 10.12$

২৮। 4.05 pH এর একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে 500 ml পানিতে 1.2g CH_3COOH এর সাথে কত গ্রাম CH_3COONa যোগ করার প্রয়োজন পড়বে? $[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$ [M] [1.5 min] [BUTEX'19-20]

সমাধানঃ $pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4.05 = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log \frac{\frac{W}{82}}{\frac{1.2}{60}}$

$\therefore W = 0.3312g\ CH_3COONa$

২৯। 0.280M NH_4Cl এবং 0.0700M NH_3 দ্রবণের মিশ্রণের pH হিসাব কর। NH_3 দ্রবণের বিয়োজন ধ্রুবক $K_b = 1.76 \times 10^{-5}$। [E] [1.5 min] [RUET'18-19]

সমাধানঃ $pOH = pK_b + \log \frac{[Salt]}{[Base]} = -\log(1.76 \times 10^{-5}) + \log \frac{0.280}{0.07} \Rightarrow pOH = 5.36 \therefore pH = 14 - pOH = 8.643$ (Ans.)

৩০। 4.0 pH এর বাফার দ্রবণ তৈরী করতে 60ml 0.05 M ফরমিক এসিড দ্রবণে কত mL 0.1 M সোডিয়াম ফরমেট দ্রবণ যোগ করতে হবে? (HCOOH এর pK_a = 3.8) [M] [1.5 min] [CUET'07-08]

সমাধানঃ $pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4 = 3.8 + \log\left(\frac{V \times 0.1}{60 \times .05}\right) \therefore V = 47.547\ mL$

৩১। (a) দ্রবণের pH ও বাফার দ্রবণের সংজ্ঞা লিখ। [I] [1 min] [RUET'06-07]

(b) 0.1 M অ্যাসিটিক এসিড ও 0.1 M সোডিয়াম অ্যাসিটেট বিশিষ্ট দ্রবণের pH হিসাব কর। উক্ত দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা কত? ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) [E] [1.5 min]

সমাধানঃ (a) pH দ্রবণে উপস্থিত H^+ আয়নের ঘনমাত্রার ঋনাত্মক লগারিদম মানকে pH বলে। $pH = \log[H^+]$

বাফার দ্রবণঃ যে দ্রবণ তার pH পরিবর্তনে বাধা দেয় তাকে বাফার দ্রবণ বলে। যেমন: CH_3COOH ও CH_3COONa এর দ্রবণ।

(b) $pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log\left[\frac{0.01}{0.01}\right] = 4.745$ (Ans.)

$[H^+] = \text{antilog}(4.745) \Rightarrow [H^+] = 1.80 \times 10^{-5} molL^{-1}$ (Ans.)

৩২। 0.1 M অ্যাসিটিক এসিড এবং 0.15 M সোডিয়াম এসিটেট দ্বারা তৈরী একটি বাফার দ্রবণের pH গণনা কর। উক্ত দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা হিসাব কর। ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}\ molL^{-1}$) [M] [1.5 min] [CUET'05-06]

সমাধানঃ $pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow pH = -\log(K_a) + \log \frac{0.15}{0.1} = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + 0.176$

$\therefore pH = 4.93$ (Ans.)

আবার, $pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-4.93} = 1.18 \times 10^{-5} \therefore [H^+] = 1.18 \times 10^{-5} M$ (Ans.)

৩৩। 30 cm^3 0.1M NaOH দ্রবণ এবং 100 cm^3 0.1 M CH_3COOH দ্রবণ একত্রে মিশানো হলে বাফার দ্রবণটির pH নির্ণয় কর।$[K_a = 1.8 \times 10^{-3}]$ [M] [2 min]

সমাধানঃ

	CH_3COOH	+ NaOH	⟶	CH_3COONa +	H_2O
initially:	0.01	3×10^{-3}		0	0
at equilibrium:	$0.01 - 3 \times 10^{-3}$	0		3×10^{-3}	$3 \times 10^{-3} = 7 \times 10^{-3}$

$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = -\log(1.8 \times 10^{-3}) + \log\left(\frac{3 \times 10^{-3}}{7 \times 10^{-3}}\right) = 2.377$ (Ans.)

৩৪। বাফার দ্রবণের pH গণনা সম্পর্কিত হেন্ডারসন সমীকরণ সম্পাদন কর। [H] [2 min]

সমাধানঃ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ (খুবই সামান্য বিয়োজিত হয়)

$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow [H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow -\log[H^+] = -\log K_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

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

৩৫। রক্তে নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থা থাকে। যদি রক্তের pH 7.4 হয় তবে $[HCO_3^-]$ ও $[H_2CO_3]$ এর অনুপাত কত? ($K_a = 4.3 \times 10^{-7}$) [M] [1.5 min] [BUET'01-02]

সমাধানঃ $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$

$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]} \Rightarrow 7.4 = -\log[4.3 \times 10^{-7}] + \log\frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]} \Rightarrow 7.4 = 6.367 + \log\frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]} \Rightarrow \frac{[\text{Salt}]}{[\text{Acid}]} = 10^{7.4-6.367} = 10.8 \therefore \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = 10.8$

shikho

ফেসবুক পেইজে লাইক দিয়ে এবং
ইউটিউব চ্যানেলে সাবস্ক্রাইব করে
ফ্রিতে শিখতে থাকো।

Facebook

Youtube