অধ্যায় ০৪ রাসায়নিক পরিবর্তন

♦ CQ ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

Topic	MCQ	CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক	CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক
T- 01: লা-শাতেলিয়ারের নীতি এবং এর নিয়ামকসমূহ	DB'23, 22, 21, 17; RB'23, 22; Ctg.B'23, 22, 21; SB'21, 19, 17; JB'23, 21, 17; BB'23, 22, 19, 17; CB'21, 19; Din.B'23, 21; MB'23, 22, 21	DB'21, RB'23, 22, 21, 19, 17; Ctg.B'23, 21; SB'22, 21, 19; JB'21, 19; BB'21, 19; CB'21; Din.B'22, 21; MB'22, 21	DB'23, 19,18, 17; RB'23, 22, 19, 17; Ctg.B'23, 21; SB'23, 21, 19, 18,17; JB'23, 21, 18, 17; BB'23, 22; CB'23, 19, 17; Din.B'22, 21, 19,18;
T- 02: ভরক্রিয়ার সূত্র	-	DB'23; Ctg.B'23, 22; SB'22; JB'22, 17; CB'22, 17; Din.B'23, 22, 17.	-
T- 03: সাম্যধ্রুবক (K_p এবং K_c)	DB'23, 21, 17; RB'23, 22, 21, 19, 17; Ctg.B'23, 22, 21, 17; SB'23, 22, 21; JB'22, 21, 17; BB'23, 17; CB'22, 21, 19, 17; Din.B'23, 22, 19 MB'22;	DB'23, 21,18; RB'22, 21; Ctg.B'23, 22, 17; SB'23, 22,21,18; JB'21,18; BB'23, 21, 17; CB'22, 21; Din.B'23, 21,18, 17; MB'22;	DB'23, 22, 19, 18,17; RB'23, 21, 19, 17; Ctg.B'23, 22, 21, 19; SB'23, 22, 21, 18,17; JB'23, 22, 18; BB'23, 22, 21, 19; CB'23, 22, 21, 17; Din.B'23, 22, 21, 19,18; MB'23, 22, 21;
T- 04: pH ও pOH স্কেল এবং এসিডের শক্তিমাত্রা	DB'23, 22, 21, 19, 17; RB'23, 22, 21, 19, 17; Ctg.B'23, 22, 21, 19, 17; SB'23, 22, 21, 19, 17; JB'23, 22, 21, 19; BB'23, 22, 21, 19, 17; CB'23, 22, 21, 19, 17; Din.B'23, 22, 21, 19, 17; MB'23, 22, 21	DB'23, 21, 19, 17; RB'23, 22, 21, 19, 17; Ctg.B'23, 22, 21, 19; SB'23, 21; JB'23, 22, 21, 19; BB'22, 21; CB'23, 22, 21, 19; Din.B'23, 22, 21; MB'23, 22, 21	DB'23, 22, 21,18; RB'23, 21,17; Ctg.B'23, 22, 21, 17; SB'23, 22, 21, 19, 18, 17; JB'23, 22,18; BB'23, 22, 21, 19, 17; CB'23, 22, 21, 19, 17; Din.B'22, 21, 18, 17; MB'23, 22, 21, 19, 17
T- 05: বাফার দ্রবণ ও প্রকারভেদ	DB'23, 22; RB'23, 22, 19; Ctg.B'21; SB'22, 19; JB'22, 21; CB'19; Din.B'21	DB'22, 19,18; RB'23; Ctg.B'21; SB'21, 18; JB'23,22, 18; Din.B'22, 18; MB'22	MB'23; SB'19
T- 06: বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশল	RB'21, 17; Ctg.B'23, 21; SB'23, 17; BB'23; CB'22, 21; Din.B'22, 19	RB'17; BB'17	DB'23, 22, 21, 19, 18, 17; RB'23, 21, 17; Ctg.B'23, 22, 21, 19, 17; SB'23, 22, 21, 18; JB'23, 22, 19, 18; BB'23, 22, 19, 17; CB'23, 22; Din.B'23, 22, 21, 18, 17; MB'22, 21;

বিগত বিভিন্ন বোর্ড পরীক্ষায় এই অধ্যায় থেকে আগত প্রশ্নের পরিসংখ্যান:

বোর্ড	২০২৩					২০২২					২০২১				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	3	2	2	2	8	-	1	2	2	6	3	4	2	2	5
রাজশাহী	2	3	2	2	6	2	3	1	3	7	2	2	2	2	7
চট্টগ্রাম	3	3	2	2	7	2	2	3	2	5	2	2	2	2	7
সিলেট	2	1	2	2	7	3	3	2	2	7	3	2	3	3	6
বরিশাল	2	2	3	3	8	2	2	2	2	8	3	2	3	2	7
যশোর	2	3	2	2	4	2	2	3	3	7	3	2	2	2	8
কুমিল্লা	3	2	3	2	6	3	3	1	2	5	3	2	2	2	8
দিনাজপুর	3	2	2	3	8	4	4	2	2	8	4	3	2	2	10
ময়মনসিংহ	2	2	2	2	7	6	2	2	2	8	2	3	2	3	5

বোর্ড	২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	2	1	1	2	5	2	2	2	2	5	2	1	1	2	5
রাজশাহী	1	2	2	2	6	2	2	2	2	5	2	3	3	3	7
চট্টগ্রাম	2	2	2	2	7	2	2	2	2	5	1	3	3	4	4
সিলেট	3	-	4	4	9	2	2	2	2	5	2	1	2	2	6
বরিশাল	1	1	2	2	4	2	2	2	2	5	3	1	2	2	5
যশোর	2	2	3	2	5	2	2	2	2	5	2	1	1	1	11
কুমিল্লা	2	2	2	2	8	2	2	2	2	5	5	1	3	3	7
দিনাজপুর	1	3	2	2	6	2	2	2	2	5	2	2	2	2	6
ময়মনসিংহ	-	-	-	-	-	2	2	2	2	5	-	-	-	-	-

[বি.দ্র.: ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই]

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

❖ রাসায়নিক বিক্রিয়ার বৈচিত্র্যপূর্ণ দিক:

নাম	বিক্রিয়া
• সালোকসংশ্লেষণ	$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{আলো}]{\text{ক্লোরোফিল}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2$
• দহন	$(C_6H_{10}O_5)_n + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{তাপ}$
• লোহায় মরিচা পড়া (জারণ)	$Fe + O_2 + xH_2O \longrightarrow Fe_2O_3.3H_2O$
• NH_3 সংশ্লেষণ	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g),\ \Delta H = -92.38kJ$
• ইউরিয়া	$2NH_3 + CO_2 \rightarrow O=C\begin{matrix} ONH_4 \\ NH_2 \end{matrix} \longrightarrow O=C\begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix} + H_2O$

❖ গ্রিন কেমিস্ট্রি:

অন্য নাম	• Clean/Benign/Sustainable Chemistry.
প্রস্তাবক	• যুক্তরাষ্ট্রের মি. পল অ্যানাস্তাম এবং ওয়ারনার।
নীতি	• গ্রিন কেমিস্ট্রির ১২টি নীতি আন্তর্জাতিকভাবে রসায়নবিদদের দ্বারা নির্ধারিত হয়েছে। যেমন: (i) বর্জ্য পদার্থ রোধকরণ, (ii) সর্বোত্তম এটম ইকন্যামি, (iii) ন্যূনতম ঝুঁকির পদ্ধতি ব্যবহার, (iv) নিরাপদ কেমিক্যাল পরিকল্পনা, (v) নিরাপদ দ্রাবক ব্যবহার, (vi) বিক্রিয়ার শক্তি দক্ষতা পরিকল্পনা (vii) নবায়নযোগ্য কাঁচামাল ব্যবহার, (viii) ন্যূনতম উপজাতক, (ix) প্রভাবক প্রয়োগ, (x) প্রাকৃতিক রূপান্তর পরিকল্পনা, (xi) যথাসময়ে দূষণ নিয়ন্ত্রণ, (xii) দুর্ঘটনা প্রতিরোধ

(i) একমুখী বিক্রিয়া ← রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রকারভেদ → (ii) উভমুখী বিক্রিয়া

❖ একমুখী বিক্রিয়া:

বৈশিষ্ট্য	• একমুখী বিক্রিয়া কোনো না কোনো সময়ে গিয়ে সম্পূর্ণতা লাভ করে। • বিক্রিয়কসমূহ সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত হয়। • একমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে মুক্ত শক্তির হ্রাস ঘটে। মুক্ত শক্তির পরিবর্তন $(\Delta G) < 0$.
উদাহরণ	(i) $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl + 3O_2(g)\uparrow$ (ii) $C + O_2 \rightarrow CO_2\uparrow$

Zahid Sir

❖ **উভমুখী বিক্রিয়া:**

বৈশিষ্ট্য	• এ বিক্রিয়াগুলো উভয় দিক থেকে শুরু করা যায়। • এ বিক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণ হয় না। • এ বিক্রিয়াগুলো সাম্যাবস্থায় আসার প্রবণতা আছে। • এ বিক্রিয়াকে সমীকরণ আকারে লিখতে বিপরীতমুখী দুটি অর্ধতীর ($\rightleftharpoons$) চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। • সম্মুখ বিক্রিয়ার হার পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হারের সমান হলে বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়।
উদাহরণ	(i) $H_2 + I_2$ (গাঢ় বেগুনি) $\overset{450°C}{\rightleftharpoons}$ $2HI$ (হালকা বেগুনি) (ii) $CuSO_4.5H_2O \overset{260°C}{\rightleftharpoons} CuSO_4 + 5H_2O$ (iii) $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ (বদ্ধপাত্রে)

❖ **উভমুখী বিক্রিয়াকে একমুখী করার উপায়:**

উপায়সমূহ
- (১) খোলা পাত্রে বা উন্মুক্ত স্থানে বিক্রিয়া করে
- (২) বিক্রিয়াজাত অধঃক্ষেপ আলাদা করে
- (৩) রাসায়নিকভাবে উৎপাদকে বিক্রিয়াস্থল থেকে আলাদা করে

❖ **রাসায়নিক সাম্যাবস্থা:** কোনো কোনো সময়ে সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার সমান হয়ে থাকে। এ অবস্থাকে রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বলে।

❖ উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা একটি গতিশীল অবস্থা, স্থিতাবস্থা নয়।

❖ **রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্ত বা বৈশিষ্ট্য:**

(ক) সাম্যের স্থায়িত্ব (Stability of equilibrium)
(খ) উভয়দিক থেকে সুগম্যতা (Easy approachability from both sides)
(গ) বিক্রিয়ার অসম্পূর্ণতা (Incompleteness of reaction)
(ঘ) প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা (Ineffectiveness of catalyst)

❖ **লা-শাতেলিয়ারের নীতি:** কোনো উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকা কালে যদি ঐ অবস্থার একটি নিয়ামক, যেমন তাপমাত্রা, চাপ অথবা ঘনমাত্রা পরিবর্তন করা হয়, তবে সাম্যের অবস্থান ডানে বা বামে এমনভাবে পরিবর্তিত হবে, যাতে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

❖ **সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার প্রভাব:**

বিক্রিয়া	ΔH	তাপমাত্রার পরিবর্তন	সাম্যধ্রুবক	বিক্রিয়ক	উৎপাদ
তাপোৎপাদী	(−)	হ্রাস	বৃদ্ধি	হ্রাস	বৃদ্ধি
		বৃদ্ধি	হ্রাস	বৃদ্ধি	হ্রাস
তাপহারী	(+)	বৃদ্ধি	বৃদ্ধি	হ্রাস	বৃদ্ধি
		হ্রাস	হ্রাস	বৃদ্ধি	হ্রাস

❖ **সাম্যাবস্থার চাপের (আয়তনের) পরিবর্তনের প্রভাব:**

মোলসংখ্যা	চাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল	উদাহরণ
(i) উৎপাদ > বিক্রিয়ক	উৎপাদ ↓ [বিক্রিয়া পেছনে যাবে]	PCl_5 বিয়োজন।
(ii) উৎপাদ < বিক্রিয়ক	উৎপাদ ↑ [বিক্রিয়া সামনে যাবে]	অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণ।
(iii) উৎপাদ = বিক্রিয়ক	সাম্যাবস্থার পরিবর্তন হবে না।	HI প্রস্তুতকরণ।

Zahid Sir

❖ সাম্যাবস্থার ঘনমাত্রা পরিবর্তনের প্রভাব:

ঘটনা	ফলাফল
(i) ঘনমাত্রার বৃদ্ধি ঘটলে	সিস্টেম বিক্রিয়া দ্বারা যুক্ত উপাদান কিছু হ্রাস করবে।
(ii) ঘনমাত্রার হ্রাস ঘটলে	সিস্টেম বিক্রিয়া দ্বারা হ্রাসকৃত উপাদান কিছু বৃদ্ধি করবে।

❖ এক নজরে সাম্যাবস্থার উপর নিয়ামকের প্রভাব:

কী ঘটে, যখন	সাম্যের সরণ যেদিকে ঘটে
(i) এক বা একাধিক বিক্রিয়ক পদার্থের ঘনমাত্রা বাড়ানো হলে	সম্মুখ বিক্রিয়া।
(ii) এক বা একাধিক বিক্রিয়াজাত পদার্থের ঘনমাত্রা বাড়ালে	পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া।
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে	তাপহারী বিক্রিয়ার দিকে।
(iv) তাপমাত্রা হ্রাস করলে	তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার দিকে।
(v) চাপ বাড়ালে	কম সংখ্যক গ্যাসীয় অণুর দিকে।
(vi) চাপ কমালে	বেশি সংখ্যক গ্যাসীয় অণুর দিকে।

❖ ভরক্রিয়ার সূত্র : **নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোনো বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক হয়।** একাধিক বিক্রিয়কের বেলায়, বিক্রিয়ার হার প্রত্যেকটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের গুণফলের সমানুপাতিক হয়। সক্রিয় ভর বলতে সাধারণত প্রতি লিটার দ্রবণে পদার্থটির দ্রবীভূত মোল সংখ্যাকে বোঝায় এবং গ্যাসের ক্ষেত্রে আংশিক চাপ বোঝায়।

❖ সাম্যধ্রুবক: স্থির তাপমাত্রায় ও স্থির চাপে একটি উভমুখী বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থসমূহের সক্রিয় ভর যেমন মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের গুণফল এবং বিক্রিয়কসমূহের সক্রিয় ভরের গুণফলের অনুপাত একটি স্থির রাশি হয়ে থাকে। এ রাশিকে সাম্যধ্রুবক বলে। সাম্যধ্রুবক দু'প্রকার। মোলার সাম্যধ্রুবক, (K_c) ও আংশিক চাপে সাম্যধ্রুবক, (K_p)।

❖ আংশিক চাপ : কোনো গ্যাস মিশ্রণের কোনো উপাদান গ্যাসের আংশিক চাপ বলতে ঐ উপাদানের মোল ভগ্নাংশ ও গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপের গুণফলকে বোঝায়।

❖ K_c ও K_p এর মান শূন্য বা অসীম হতে পারে না।

❖ K_p ও K_c এর সম্পর্ক:

(i) $K_p = K_c$ হবে, যদি বিক্রিয়ায় $\Delta n = 0$ হয়।

(ii) $K_p > K_c$ হবে, যদি বিক্রিয়ায় $\Delta n > 0$ হয়।

(iii) $K_p < K_c$ হবে, যদি বিক্রিয়ায় $\Delta n < 0$ হয়।

❖ পানির আয়নিক গুণফল, $K_W = 10^{-14}$ [25°C তাপমাত্রায়]

❖ পানির অটো-আয়নীকরণ ও এসিড-বেস কেমিস্ট্রি সম্পর্ক:

অম্লীয় দ্রবণে	নিরপেক্ষ দ্রবণে	ক্ষারীয় দ্রবণে
↓	↓	↓
$[H_3O^+] > \sqrt{K_W} > [OH^-]$	$[H_3O^+] = \sqrt{K_W} = [OH^-]$	$[H_3O^+] < \sqrt{K_W} < [OH^-]$

❖ অস্‌ওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র: লঘু দ্রবণে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন মৃদু অম্ল ও ক্ষারকের বিয়োজন-মাত্রা ঐ অম্ল ও ক্ষারকের দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। এটিই অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র নামে পরিচিত।

❖ এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক (K_a): প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো অম্লের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। তাকে ঐ অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক, K_a বলা হয়।

❖ ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক (K_b): প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো ক্ষারকের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে, তাকে ঐ ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক, K_b বলা হয়।

Zahid Sir

❖ **এসিডের শক্তিমাত্রার নির্ভরশীলতা:**

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

❖ **ক্ষারকের শক্তিমাত্রার নির্ভরশীলতা:**

(i) ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইডের পানিতে দ্রবণীয়তা, (ii) ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক,
(iii) যৌগের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন প্রদানের ক্ষমতা।

❖ **pH এর সংজ্ঞা:** কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) এর মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক বেস-10 লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

❖ **বাফার দ্রবণ:** যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ সবল এসিড বা ক্ষার দ্রবণ যোগ করার পরও দ্রবণের pH এর মান বিশেষ পরিবর্তন হয় না, প্রায় স্থির থাকে; তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

❖ **অম্লীয় বাফার দ্রবণ:** [দুর্বল এসিড + অনুবন্ধী ক্ষারক] উদাহরণ: (i) $CH_3COOH + CH_3COO^-$ আয়ন, (ii) $H_2PO_4^- + HPO_4^{2-}$ আয়ন,

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

❖ **বাফার ক্ষমতা (buffer capacity or buffer index):** এক লিটার বাফার দ্রবণের pH এর মান এক একক পরিবর্তন করতে যতো মোল সংখ্যার সবল এসিড বা ক্ষার মিশ্রিত বা যোগ করতে হয়, তাকে ঐ বাফার দ্রবণের বাফার ক্ষমতা বলে।

$\therefore$ বাফার ক্ষমতা $= \dfrac{\text{প্রতি লিটার বাফার দ্রবণে মিশ্রিত এসিড বা ক্ষারের মোল সংখ্যা}}{\text{pH মানের পরিবর্তন}}$

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সূত্রাবলি	ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ
(i) সাম্যধ্রুবক, $K = \dfrac{\text{সম্মুখ বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক}}{\text{বিপরীত বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক}}$	K_p = আংশিক চাপে সাম্যধ্রুবক
(ii) $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $K_c = \dfrac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$; $K_p = \dfrac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$	K_c = মোলার সাম্যধ্রুবক
(iii) $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$; এখানে, $\Delta n = (c + d) - (a + b)$	α = বিয়োজন মাত্রা
(iv) বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \sqrt{\dfrac{K_a}{C}}$	K_w = পানির আয়নিক গুণফল
(v) $K_a \times K_b = K_w$	
(vi) $pH = -\log[H_3O^+]$ বা, $pH = -\log[H^+]$	
(vii) $pOH = 14 + \log[H^+]$	
(viii) বাফার দ্রবণের, $pH = pK_a + \log\dfrac{[Salt]}{[Acid]}$	
(ix) $pH = 14 - pK_b - \log\dfrac{[Salt]}{[Base]}$	
(x) $H_2(g) + I_2(g) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} 2HI(g)$; বিক্রিয়ার জন্য $K_p = K_c = \dfrac{4\alpha^2}{(a-\alpha)(b-\alpha)}$	
(xi) $N_2O_4(g) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} 2NO_2(g)$; বিক্রিয়ার জন্য $K_p = \dfrac{4\alpha^2 P}{a^2-\alpha^2}$; $K_c = \dfrac{4\alpha^2}{(a-\alpha)V}$	
(xii) $PCl_5(g) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} PCl_3(g) + Cl_2(g)$; বিক্রিয়ার জন্য $K_p = \dfrac{\alpha^2 p}{1-\alpha^2}$; $K_c = \dfrac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$	
(xiii) $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$; বিক্রিয়ার জন্য $\alpha = \sqrt{\dfrac{K_a}{C}}$; $[H^+] = \alpha C$; $[H^+] = \sqrt{K_aC}$; $pH = -\log(\sqrt{K_aC})$	

সহজে মনে রাখার কৌশল

❖ **pH নির্ণয়:**

ক্যালকুলেটর ছাড়া pH নির্ণয়:

ক্যালকুলেটর ছাড়া pH নির্ণয় করতে হলে প্রথমে কয়েকটি log এর মান জানা জরুরি।

যেমন: $\log 1 = 0$ $\log 2 = 0.3$ $\log 3 = 0.5$ $\log 4 = 0.6$

$\log 5 = 0.7$ $\log 6 = 0.8$ $\log 7 = 0.9$

এবার আমরা একটা উদাহরণ দেখবো-

(i) 0.005M HCl এর pH কত?

প্রথমে দেখতে হবে দশমিকের পর কয়টি সংখ্যা আছে। যে কয়টি সংখ্যা থাকবে প্রথম সংখ্যা হিসেবে সেটিকে নিতে হবে। যেমন উপরের Math টিতে দশমিকের পর তিনটি সংখ্যা আছে তাই আমাদের প্রথম সংখ্যা হবে 3।

এবার আমরা দেখব দশমিকের পর শেষ সংখ্যাটি কত। দেখার পর প্রথম সংখ্যা থেকে দশমিকের পর শেষ সংখ্যার log বিয়োগ করবো। যেমন এখানে শেষ সংখ্যা হলো 5 তাই–

$pH = 3 - \log 5 = 3 - 0.7$ $[\log 5 = 0.7]$ $= 2.3$

আরো কিছু উদাহরণ লক্ষ কর। যেমন,

(ii) 0.0003M HCl এর pH কত?

এখানে দশমিকের পর সংখ্যা আছে 4টি এবং শেষ সংখ্যাটি হলো 3।

$pH = 4 - \log 3 = 4 - 0.5$ $[\log 3 = 0.5]$ $= 3.5$

(iii) 0.002M H_2SO_4 এর pH কত?

এখানে দশমিকের পর সংখ্যা হলো 3 টি এবং শেষ সংখ্যাটি হলো 2 কিন্তু H_2SO_4 এর তুল্য সংখ্যা হলো 2 তাই শেষ সংখ্যাটি হবে $2 \times 2 = 4$

$pH = 3 - \log 4$ $[\log 4 = 0.6]$ $= 3 - 0.6 = 2.4$

(iv) 0.0037M HNO_3 এর pH কত?

এক্ষেত্রে 0.0037 এর পরিবর্তে 0.004 লিখে নিবো $pH = 3 - \log 4 = 3 - 0.6 = 2.4$

(v) 3×10^{-7}M HCl এর pH কত?

এই ধরনের Math এর ক্ষেত্রে power টিকে প্রথম সংখ্যা হিসেবে নিতে হবে। এবং প্রথম যে সংখ্যাটি থাকবে সেটির log নিতে হবে।

$pH = 7 - \log 3 = 7 - 0.5 = 6.5$

❖ **pH থেকে $[H^+]$ এর ঘনমাত্রা নির্ণয়:**

(i) এসিডের pH 5.5 $[H^+]$ এর ঘনমাত্রা কত?

এখানে মূল সংখ্যা থেকে 1 বড় সংখ্যা নিতে হবে এবং এখান থেকে প্রয়োজনীয় সংখ্যা বিয়োগ করে pH এর মান মিলাতে হবে। এরপর মূল সংখ্যাটাকে 10 এর নেগেটিভ পাওয়ার আকারে লিখতে হবে এবং পরের সংখ্যা থেকে log এর মান বসাবো।

যেমন: এখানে $pH = 5.5$ বলা আছে।

এখানে মূল সংখ্যা হলো 5 এবং এর চেয়ে 1 বড় সংখ্যা হলো 6। 6 নেওয়ার পর 5.5 যদি মিলাতে হয় তাহলে আমাদের 0.5 বিয়োগ করতে হবে।

$\therefore 6 - 0.5 = 5.5$

6 কে 10 এর নেগেটিভ পাওয়ার আকারে লিখবো এবং 0.5 হলো log3 এর মান। তাই log বাদ দিয়ে শুধু 3 লিখবো।

$10^{-6} \times 3 = 3 \times 10^{-6}$

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. ভরক্রিয়ার সূত্রে নিচের কোনটিকে সক্রিয় ভর হিসেবে নির্দেশ করা হয়? [DB'23]
(a) আণবিক ভর (b) মোল সংখ্যা
(c) পারমাণবিক ভর (d) মোলার ঘনমাত্রা

02. উভমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো– [DB'23]
(a) বিক্রিয়াটি শেষ হয়
(b) উভয়দিকের বিক্রিয়ার হার সমান হয় না
(c) সাম্যাবস্থায় আসার প্রবণতা
(d) প্রভাবকের ভূমিকা আছে

03. নিচের কোন জোড়টি দিয়ে বাফার দ্রবণ তৈরি হয়? [DB'23]
(a) HNO_2 ও $NaNO_2$ (b) HCl ও KCl
(c) NHO_3 ও NH_4NO_3 (d) NaOH ও Na_2CO_3

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g), \Delta H = +YKJ$

04. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে চাপের প্রভাব কীরূপ হবে? [DB'23]
(a) চাপ বাড়ালে উৎপাদ কমে
(b) চাপ কমালে উৎপাদ বাড়ে
(c) চাপের প্রভাব নেই
(d) K_p কমবে

05. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [DB'23]
(a) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (b) $K_c = K_p(RT)^{-1}$
(c) $K_p = K_c$ (d) $K_p = K_c(RT)^2$

06. গ্রিন কেমিস্ট্রিতে অধিক তাৎপর্যপূর্ণ নীতি কোনটি? [DB'23]
(a) প্রভাবকের ব্যবহার (b) নিরাপদ দ্রাবক ব্যবহার
(c) সর্বোত্তম এটম ইকোনমি (d) দুর্ঘটনা প্রতিরোধ

07. 0.05M H_2SO_4 এর pOH কত? [DB'23]
(a) 1 (b) 1.30 (c) 12.7 (d) 13

08. 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল 1×10^{-14} হলে $[H_3O^+]$ এর মান নিচের কোনটি? [DB'23]
(a) 10^{-14} (b) 10^{-7} (c) 10^7 (d) 10^{14}

09. সবচেয়ে শক্তিশালী এসিড নিচের কোনটি? [RB'23; SB'23; Din.B'23; DB'22]
(a) H_3PO_4 (b) HNO_3 (c) H_2SO_4 (d) $HClO_4$

10. $M_2(g) + D_2(g) \rightleftharpoons 2MD(g); \Delta H = +ve.$ এই বিক্রিয়ায়–
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে উৎপাদ বৃদ্ধি পায় [RB'23]
(ii) সাম্য ধ্রুবক K_p ও K_c এর মান সমান নয়
(iii) সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব নেই
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$X_2(g) + 3Y_2(g) \Rightarrow 2XY_3(g); \Delta H = -ve$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় X_2, Y_2 এবং XY_3 এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে 0.18,0.56 এবং 0.12 mol L^{-1}.

11. বিক্রিয়াটির K_c এর মান কত? [RB'23; Ctg.B'23]
(a) 0.45 (b) 1.19 (c) 2.2 (d) 2.9

12. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ার XY_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধিতে গৃহীত পদক্ষেপ– [RB'23; Ctg.B'23]
(i) তাপমাত্রা বাড়াতে হবে
(ii) চাপ বাড়াতে হবে
(iii) XY_3 বিক্রিয়া পাত্র থেকে সরিয়ে দিতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. কোন মিশ্রণটি বাফার দ্রবণ? [RB'23]
(a) H_2SO_4 ও CH_3COONa
(b) NH_4OH ও CH_3COOH
(c) NH_4Cl ও NH_4OH
(d) NH_4Cl ও NaOH

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. d	02. c	03. a	04. c	05. c	06. c	07. d	08. b	09. d	10. c	11. a	12. b	13. c

04. **Sol^n: (c);** $\Delta n = 0$; সুতরাং, চাপের প্রভাব নেই।

05. **Sol^n: (c);** এখানে, $\Delta n = 2 - 2 = 0$
$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
$\Rightarrow K_p = K_c(RT)^o \Rightarrow K_p = K_c$

07. **Sol^n: (d);** $\underset{s}{H_2SO_4}(aq) \rightleftharpoons \underset{2s}{2H^+} + \underset{s}{SO_4^{2-}}$
$[H^+] = 2 \times 0.05$
$pH = -\log[H^+] = 1$
$Ph + Poh = 14; pOH = 13$

08. **Sol^n: (b);** $2H_2O(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$
$K_w = \frac{[H_3O^+]\times[OH^-]}{[H_2O]^2} \Rightarrow \frac{[H_3O^+]\times[H_3O^+]}{1^2} = K_w$
[∵ 25°C তাপমাত্রায় $[H_3O^+] = [OH^-]$
$\Rightarrow [H_3O^+]^2 = 1 \times 10^{-14}$
$\Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{1 \times 10^{-14}}; \therefore [H_3O^+] = 10^{-7}$

09. **Sol^n: (d);** $HClO_4$ এর কেন্দ্রীয় পরমাণু Cl এর জারণ মান সর্বোচ্চ +7

13. **Sol^n: (c):** অম্লীয় বাফারের ক্ষেত্রে দুর্বল এসিড ও এর লবণ উপস্থিত থাকে এবং ক্ষারীয় বাফারের ক্ষেত্রে দুর্বল ক্ষার ও এর লবণ উপস্থিত থাকে।

Zahid Sir

14. 0.02M H_2SO_4 এর pH মান কত? **[RB'23]**
(a) 4.00 (b) 2.00 (c) 1.69 (d) 1.39

15. $AB_2(g) + \frac{1}{2}B_2(g) \rightleftharpoons AB_3(g)$ বিক্রিয়াটিতে K_p এবং K_c এর মধ্যে সম্পর্কের সমীকরণ কোনটি? **[Ctg.B'23]**
(a) $K_p = K_c$ (b) $K_p = K_c(RT)^{-\frac{1}{2}}$
(c) $K_p = K_c(RT)^{\frac{1}{2}}$ (d) $K_p = K_c(RT)^2$

16. নিচের কোন জলীয় দ্রবণটির pH মান সবচেয়ে বেশি? **[Ctg.B'23]**
(a) 0.1 M HCl (b) 0.1 M HCOOH
(c) 0.1 M KOH (d) 0.1 M H_2SO_4

17. কক্ষ তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফলের মান কত? **[Ctg.B'23; MB'23; DB'22, 17]**
(a) 0.114×10^{-14} (b) 1.0×10^{-14}
(c) 1.4×10^{-14} (d) 1.0×10^{-7}

18. 1%(w/v) H_2SO_4 দ্রবণের pH কত? **[Ctg.B'23]**
(a) 0.31 (b) 0.69 (c) 0.99 (d) 1.00

19. বাফার দ্রবণ হলো– **[Ctg.B'23]**
(i) 15 mL 0.1 M HCOOH + 10 mL 0.1M NaOH
(ii) 30 mL 0.1 M CH_3COOH + 15 mL 0.2M NaOH
(iii) 25 mL 0.1M NH_4OH + 10mL 0.2M HCl
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

20. 5×10^{-3}M H_2SO_4 দ্রবণের pH এর মান কত? **[SB'23]**
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

21. মানব রক্তে কোন বাফার দ্রবণ বিদ্যমান? **[SB'23; DB'22; Ctg.B'21]**
(a) $NH_4Cl + NH_4OH$
(b) $CH_3COONa + CH_3COOH$
(c) $Na_2HPO_4 + H_3PO_4$
(d) $NaHCO_3 + H_2CO_3$

22. রাসায়নিক সাম্যাবস্থার বৈশিষ্ট্য কোনটি? **[SB'23; CB'21]**
(a) বিক্রিয়ার সমাপ্তি (b) বিক্রিয়ার একমুখীতা
(c) প্রভাবকের প্রয়োজনীয়তা (d) সাম্যের স্থিতিশীলতা

23. $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$; বিক্রিয়ার জন্য K_p এবং K_c এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? **[SB'23]**
(a) $K_p = K_c(RT)^2$ (b) $K_c = K_p(RT)^2$
(c) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (d) $K_c = K_p(RT)^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়ায় 25°C তাপমাত্রায় এবং 3 atm চাপে $PCl_5(g)$ 80% বিয়োজিত হয়।

24. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_p এর মান কত? **[SB'23]**
(a) 2.33atm (b) 3.33atm
(c) 4.33atm (d) 5.33atm

25. উদ্দীপকের ক্ষেত্রে- **[SB'23]**
(i) Cl_2 এর আংশিক চাপ 1.332 atm
(ii) PCl_5 এর মোল ভগ্নাংশ 0.111
(iii) চাপ বৃদ্ধি করলে PCl_3 এর উৎপাদন কমে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

26. $2AB_2(g) + C_2(g) \rightleftharpoons 2AC(g) + 2B_2(g)$
$\Delta H = -XkJ\ mol^{-1}$; বিক্রিয়াটির- **[BB'23]**
(i) চাপ বৃদ্ধি করলে উৎপাদ হ্রাস পাবে
(ii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে উৎপাদ হ্রাস পাবে
(iii) বিক্রিয়াটির উভয় দিকের সুগম্যতা আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

14. d	15. b	16. c	17. b	18. b	19. c	20. b	21. d	22. d	23. b	24. d	25. d	26. d

14. **Sol^n: (d);** $[H^+] = 2 \times (0.02)M = 0.04M$
$\therefore pH = -\log(0.04) = 1.39$

15. **Sol^n: (b);** $\Delta n = 1 - \left(1 + \frac{1}{2}\right) = -\frac{1}{2}$

16. **Sol^n: (c);** 0.1 M KOH ক্ষারীয় দ্রবণ হওয়ায় pH সর্বোচ্চ।

18. **Sol^n: (b);** $[H^+] = 2 \times \frac{10 \times 1}{98}$
$\therefore pH = -\log_{10}[H^+] = 0.69$

19. **Sol^n: (c);** (i) দুর্বল এসিড + শক্তিশালী ক্ষার
(ii) সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত
(iii) দুর্বল ক্ষার + অম্লীয় লবণ

20. **Sol^n: (b);** $H_2SO_4(aq) \rightarrow \underset{2s}{2H^+}(aq) + SO_4^{2-}$
$[H^+] = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-2}M$
$pH = -\log[H^+] = -\log[10^{-2}] = 2$

23. **Sol^n: (b);** $\Delta n = 2 - (1 + 3) = -2$
আমরা জানি, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c(RT)^{-2}; K_c = K_p(RT)^2$

24. **Sol^n: (d);** $PCl_5 \Rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$
$K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P = \frac{(0.8)^2}{1-(0.8)^2} \times 3 = 5.33$ atm

25. **Sol^n: (d);** $PCl_5(g) \Rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

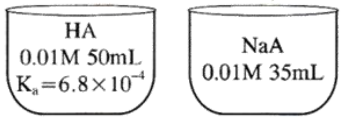
1	0	0
$1-\alpha$	α	α

মোট মোল সংখ্যা= $1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha$
Cl_2 এর আংশিক চাপ $= \frac{\alpha}{1+\alpha} \times p = \frac{0.8}{1+0.8} \times 3 = 1.333$atm
PCl_5 এর মোল ভগ্নাংশ $= \frac{1-\alpha}{1+\alpha} = \frac{1-0.8}{1+0.8} = 0.111$

26. **Sol^n: (d);** উৎপাদে মোট মোল সংখ্যা = 2 + 2 = 4; বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা = 2 + 1 = 3
যেহেতু ΔH ঋণাত্মক ও উৎপাদকে মোল সংখ্যা বেশি তাই তাপ বাড়ালে উৎপাদ হ্রাস পাবে আবার চাপ বাড়ালেও উৎপাদ হ্রাস পাবে।

27. কোনটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ? [BB'23]
(a) 30mL 0.1M HCl + 20mL 0.1M NaOH
(b) 30mL 0.1M CH_3COOH + 30mL 0.1M NaOH
(c) 30mL 0.1M CH_3COOH + 20mL 0.1M NaOH
(d) 30mL 0.1M CH_3COOH + 15mL 0.2M NaOH

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



দ্রবণ-1　দ্রবণ-2

28. দ্রবণ-1 এর pH কত? [BB'23]
(a) 2.28　(b) 5.28　(c) 2.58　(d) 5.82

29. দ্রবণ-1 ও দ্রবণ-2 পরস্পর মিশ্রিত করলে- [BB'23]
(i) HA এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে
(ii) মিশ্রণটির প্রকৃতি অম্লীয় হবে
(iii) মিশ্রণটি pH পরিবর্তনে বাধা দিতে সক্ষম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii　(b) i, iii　(c) ii, iii　(d) i, ii, iii

30. নিচের কোন যৌগের দ্রবণের pH > 7? [BB'23]
(a) Na_2CO_3　(b) H_2CO_3
(c) $AlCl_3$　(d) $CuSO_4$

31. রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্ত নয় কোনটি? [BB'23]
(a) সাম্যের স্থায়িত্ব　(b) উভয় দিকের সুগম্যতা
(c) বিক্রিয়ার সম্পূর্ণতা　(d) প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা

32. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? [BB'23]
(a) $K_c = K_p(RT)^{\Delta n}$　(b) $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
(c) $K_c = \frac{(RT)^{\Delta n}}{K_P}$　(d) $K_p = \frac{K_c}{(RT)^{\Delta n}}$

33. সাম্যধ্রুবকের মান নিম্নের কোনটির উপর নির্ভর করে? [BB'23]
(a) চাপ　(b) তাপমাত্রা　(c) ঘনমাত্রা　(d) প্রভাবক

34. $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$
$\Delta H = +41\ kJmol^{-1}$ [JB'23]
বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে-
(i) তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে
(ii) চাপ বাড়ালে সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না
(iii) বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i　(b) ii　(c) i, ii　(d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্ন দুটির উত্তর দাও:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{V_2O_5}{\overset{450\text{–}500°C}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g);$$

$\Delta H = -198\ kJmol^{-1}$　বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে-

35. K_p ও K_c এর সম্পর্ক কোনটি? [JB'23]
(a) $K_p = K_c(RT)^{-1}$　(b) $K_p = K_c(RT)$
(c) $K_p = K_c(RT)^{-2}$　(d) $K_c = K_p(RT)^{-1}$

36. বিক্রিয়াটির বৈশিষ্ট্য হলো— [JB'23]
(i) সম্মুখ বিক্রিয়ায় আয়তনের সংকোচন ঘটে
(ii) অধিক পরিমাণ O_2 যোগে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে।
(iii) পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়াটি তাপহারী হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii　(b) ii, iii　(c) i, iii　(d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

27. c	28. c	29. d	30. a	31. c	32. b	33. b	34. c	35. a	36. c

27. **Sol^n: (c);** দেওয়া আছে, 30 mL 0.1M CH_3COOH অম্ল 20mL 0.1M NaOH ক্ষার
বিক্রিয়াটি হবে: $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
এখানে 1 mole NaOH বিক্রিয়া করে 1 mole CH_3COOH
$\therefore \left(\frac{20}{1000} \times 0.1\right)$ mole NaOH বিক্রিয়া করে
$\left(\frac{20}{1000} \times 0.1\right)$ mole $CH_3COOH = 2 \times 10^{-3}$ mole CH_3COOH
অম্লের পরিমাণ দেওয়া আছে $\left(\frac{30}{1000} \times 0.1\right)$ mole $= 3 \times 10^{-3}$ mole
সুতরাং দ্রবণে 2×10^{-3} mole CH_3COONa লবণ ও 1×10^{-3} mole CH_3COOH অম্ল অবশিষ্ট থাকবে, যা বাফার দ্রবণ তৈরি করবে।

28. **Sol^n: (c);** $[H^+]$ আয়নের ঘনমাত্রা $= \sqrt{K_a \times 0.01}$
$= \sqrt{0.01 \times 6.8 \times 10^{-4}} = 2.61 \times 10^{-3}M$
$\therefore pH = -\log(2.61 \times 10^{-3}) = 2.58$

29. **Sol^n: (d);** HA হলো দুর্বল অম্ল এবং NaA দুর্বল অম্লটির লবণ। মিশ্রণটি বাফার দ্রবণ হবে বলে pH এর পরিবর্তনে বাধা দিবে।

31. **Sol^n: (c);** রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্ত চারটি-
(i) সাম্যের স্থায়িত্ব　(ii) উভয়দিক থেকে সুগম্যতা
(iii) বিক্রিয়ার অসম্পূর্ণতা　(iv) প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা

34. **Sol^n: (c);**
(i) বিক্রিয়াটি তাপহারী ∴ তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে।
(ii) $\Delta n = 2 - 2 = 0$; সুতরাং চাপের প্রভাব নেই।
(iii) বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পাবে।

35. **Sol^n: (a);** $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^{-1}$ [$\because \Delta n = 2 - 3 = -1$]

36. **Sol^n: (c);** (ii) বিক্রিয়ক যোগে বিক্রিয়া সম্মুখমুখী হয়।
(iii) সম্মুখমুখী বিক্রিয়া তাপোৎপাদী হলে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া তাপহারী হবে।

Zahid Sir

Zahid Sir

37. একটি সবল ক্ষার দ্রবণের ঘনমাত্রা $2 \times 10^{-3} mol\ L^{-1}$ হলে ঐ দ্রবণের pH মান কত? **[JB'23]**
(a) 9·3 (b) 10·3 (c) 11·3 (d) 12·3

38. HCO_3^- এর অনুবন্ধী ক্ষারক কোনটি? **[CB'23; DB'17]**
(a) H_2CO_3 (b) CO_3^{2-} (c) CO_2^{2-} (d) HCO_2^-

39. $CH_3COOH(aq) + NH_4OH(aq) \rightarrow$ উৎপাদ (X) + $H_2O(l)$
বিক্রিয়াটির উৎপাদের (X) প্রকৃতি কী? **[CB'23]**
(a) অম্লধর্মী (b) ক্ষারধর্মী (c) উভধর্মী (d) নিরপেক্ষ

40. কোন লবণটির জলীয় দ্রবণের pH মান 7 এর চেয়ে বেশি? **[CB'23]**
(a) NaCl (b) $ZnSO_4$ (c) K_2CO_3 (d) PH_4Cl

41. বিশুদ্ধ পানিতে কয়েক ফোঁটা HCl যোগ করলে K_w এর মান হবে কত? **[CB'23]**
(a) 1×10^{-16} (b) 1×10^{-14}
(c) 1×10^{-13} (d) 1×10^{-7}

42. মানুষের রক্তের pH মান কত? **[CB'23; BB'21]**
(a) 7.4 (b) 7.0 (c) 5.5 (d) 3.2

43. সবচেয়ে দুর্বল এসিড কোনটি? **[CB'23]**
(a) H_3BO_3 (b) HNO_3
(c) H_3PO_3 (d) $HClO_3$

44. নিচের কোন বিক্রিয়ায় $\Delta n > 0$? **[Din.B'23]**
(a) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
(b) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
(c) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
(d) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

45. 5.0 g / L ঘনমাত্রার $Zn(OH)_2$ দ্রবণে OH^- এর মোলার ঘনমাত্রা কত? [$Zn(OH)_2$ এর আণবিক ভর 99.4] **[Din.B'23]**
(a) 0.02 (b) 0.05
(c) 0.10 (d) 0.20

46. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g); \Delta H = +124\ kJmol^{-1}$
বিক্রিয়াটিতে চাপ হ্রাস করলে– **[Din.B'23]**
(i) Cl_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পায়
(ii) বিক্রিয়া সম্মুখমুখী হয়
(iii) K_p এর মান বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

47. কোনো দ্রবণের pH 12 হলে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কত? **[Din.B'23]**
(a) $1 \times 10^{-2}M$ (b) $1 \times 10^{-10}M$
(c) $1 \times 10^{-12}M$ (d) $1 \times 10^{-14}M$

48. তাপহারী বিক্রিয়া হলো— **[Din.B'23]**
(i) X + Y + তাপ → উৎপাদ
(ii) R + Z → উৎপাদ; $\Delta H = +Ve$
(iii) L + T → উৎপাদ + তাপ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বদ্ধপাত্রে 2.5 মোল HI কে 400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হল। সাম্যাবস্থায় 25% HI বিয়োজিত হয়।
$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g); \Delta H = -Ve$

49. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর মান কত? **[Din.B'23]**
(a) 0.16 (b) 0.0277 (c) 0.0177 (d) 0.0123

50. উদ্দীপকে বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে– **[Din.B'23]**
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সাম্যের অবস্থান বামদিকে সরে যায়
(ii) চাপ বাড়লে K_p এর মান বাড়বে
(iii) K_p ও K_c এর মান সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

37. c	38. b	39. d	40. c	41. b	42. a	43. a	44. a	45. c	46. a	47. a	48. a	49. b	50. c

37. **Sol^n: (c);** $pOH = -\log(2 \times 10^{-3})$
এবং $pH = 14 - pOH = 14 + \log(2 \times 10^{-3}) = 11.3$

38. **Sol^n: (b);** $\underset{\text{এসিড}}{HCO_3^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}}{CO_3^{2-}} + H_3O^+$

40. **Sol^n: (c);** K_2CO_3 ক্ষারীয় লবণ

43. **Sol^n: (a);**

এসিড	K_a
H_3BO_3	5.8×10^{-10}
H_3PO_3	1×10^{-2}
HNO_3	2.4×10^{1}
$HClO_4$	2×10^{12}

45. **Sol^n: (c);** $[Zn(OH)_2] = \frac{5}{99.4} M = 0.05\ M$
$\therefore [OH^-] = 2 \times [Zn(OH)_2] = 0.1\ M$

47. **Sol^n: (a);** $pH = 12, pOH = 14 - 12 = 2$
$\therefore [OH^-] = 10^{-2}\ M$

48. **Sol^n: (a);** তাপহারী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহ পরিবেশ থেকে তাপ শোষণ করে এবং $\Delta H = +ve$ হয়।

49. **Sol^n: (b);** $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)\ \Delta n = 0$
প্রাথমিক অবস্থায়: 2.5 মোল 0 0
সাম্যাবস্থায়: $2.5 - 2x$ x x
এখন, $2x = 2.5$ এর $25\% = 0.625$
$x = 0.3125$
$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^0 = K_c \therefore K_p = K_c$
এখন, $K_c = \frac{\left(\frac{0.125}{V}\right)\left(\frac{0.3125}{V}\right)}{\left(\frac{2.5-0.625}{V}\right)^2} = 0.0277$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

80mL 0.15 M NH_4OH দ্রবণে 40mL 0.25 M HCl দ্রবণ যোগ করা হলো।

51. উদ্দীপক মিশ্রণে কোনটি অতিরিক্ত থাকবে? **[MB'23]**
(a) 40 মিলিমোল NH_4OH (b) 20 মিলিমোল HCl
(c) 2 মিলিমোল HCl (d) 2 মিলিমোল NH_4OH

52. উদ্দীপক মিশ্রণের pH হ্রাস করতে হলে কোনটি যোগ করতে হবে? **[MB'23]**
(a) HNO_3 (b) NH_4OH (c) NH_4Cl (d) NaOH

53. সাম্যধ্রুবকের মান— **[MB'23]**
(i) তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।
(ii) প্রভাবক দ্বারা প্রভাবিত হয় না।
(iii) ক্ষুদ্র হলে মিশ্রণে বিক্রিয়ক বেশি থাকে।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

54. গ্রিন কেমেস্ট্রির সূচনা কত সালে হয়েছিল? **[MB'23]**
(a) 1991 (b) 1990 (c) 1891 (d) 1890

55. এসিডের শক্তির কোন ক্রমটি সঠিক? **[MB'23]**
(a) $H_2SO_3 > HClO > HNO_3 > H_3PO_4$
(b) $HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3 > HClO$
(c) $HClO > HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3$
(d) $H_3PO_4 > H_2SO_3 > HNO_3 > HClO$

56. মাটির অম্লত্ব বৃদ্ধি পেলে pH নিয়ন্ত্রণ করার জন্য কোনটি যোগ করতে হয়? **[MB'23]**
(a) চুন (b) ফসফেট (c) সালফেট (d) নাইট্রেট

57. $2A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2A_2B\,(g);\ \Delta H = (+)\,Ve$ এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য এটির— **[DB'22]**
(i) K_p এর একক atm^{-2}
(ii) তাপমাত্রা বাড়লে উৎপাদ বাড়ে
(iii) হার ধ্রুবক নির্দিষ্ট
কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

58. $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2;\ \Delta H = +Ve$ এই বিক্রিয়ার জন্য কোনটি সঠিক? **[DB'22]**
(a) $K_p = K_c(RT)^2$ (b) $K_p = K_c(RT)$
(c) $K_p = K_c$ (d) $K_p = K_c(RT)^3$

59. K_c এর মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[DB'22]**
(a) এর মান 1 হতে পারে
(b) এর মান প্রভাবকের উপর নির্ভর করে
(c) এর মান চাপের উপর নির্ভর করে
(d) এর মান অসীম হতে পারে

60. 0.1 M NH_4OH দ্রবণের pH মান কত? **[DB'22]**
($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)
(a) 11.12 (b) 2.87 (c) 2.00 (d) 1.12

61. নিম্নের কোনটি বাফার দ্রবণ? **[RB'22; JB'22]**
(a) 30 mL 0.1M NH_4OH + 20 mL 0.2M HCl
(b) 40 mL 0.2M CH_3COOH + 30 mL 0.3M NaOH
(c) 50 mL 0.1M NaOH + 40 mL 0.2M H_2CO_3
(d) 60 mL 0.1M NaOH + 70 mL 0.2M HCl

62. দুটি অম্লীয় দ্রবণের pH যথাক্রমে 3.0 ও 6.0 হলে প্রথম দ্রবণটি দ্বিতীয় দ্রবণ অপেক্ষা কত গুণ বেশি অম্লীয়? **[RB'22; JB'22]**
(a) 20 গুণ (b) 50 গুণ (c) 100 গুণ (d) 1000 গুণ

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

51. d	52. a	53. d	54. b	55. b	56. a	57. b	58. c	59. a	60. a	61. c	62. d

51. **Sol^n: (d);** $NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$
$n_{NH_4OH} = 80 \times 0.15 = 12$ m mol
$n_{HCl} = 40 \times 0\cdot25 = 10$ m mol
$\therefore$ NH_4OH বাকি থাকে = (12 − 10)m mol = 2 m mol

52. **Sol^n: (a);** যেহেতু এটি ক্ষারীয় বাফার, এসিড যোগ করলে pH কমে যাবে। HNO_3 ছাড়া বাকিগুলো ক্ষার।

55. **Sol^n: (b);** HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর জারণ মান = +5
H_3PO_4 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু P এর জারণ মান = +5
H_2SO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু S এর জারণ মান = +4
HClO এর কেন্দ্রীয় পরমাণু Cl এর জারণ মান = +1
জারণ মান বেশি হলে এসিডের তীব্রতা বেশি, জারণ মান সমান হলে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি।
$\therefore HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3 > HClO$

57. **Sol^n: (b);** K_p এর একক atm^{-1} $\therefore$ [$\Delta n = 2 - 3 = -1$]

58. **Sol^n: (c);** $K_p = K_c\,(RT)^{\Delta n}$
$\Rightarrow K_p = K_c(RT)^{2-2}$
$\Rightarrow K_p = K_c\,(RT)^0 \Rightarrow K_p = K_c$

60. **Sol^n: (a);** $pOH = -\log(\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}) = 2.87$;
$pH = 14 - pOH = 11.12$

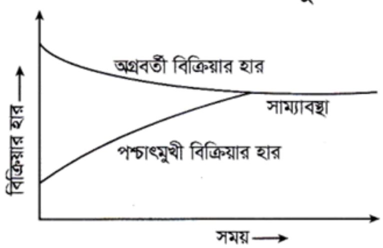
61. **Sol^n: (c);** দুর্বল এসিড H_2CO_3 এর মোল সংখ্যা সবল ক্ষার NaOH এর থেকে বেশি হওয়ায় দ্রবণে H_2CO_3 অবশিষ্ট বাফার দ্রবণ তৈরি করেছে।

62. **Sol^n: (d);** $\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 1000$

63. অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্রের গাণিতিক প্রকাশ কোনটি? **[RB'22; JB'22]**
(a) $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ (b) $\alpha = \sqrt{\frac{C}{K_a}}$
(c) $\alpha = \sqrt{\frac{1}{K_a}}$ (d) $\alpha = \frac{1}{\sqrt{C}}$

64. সবুজ রসায়নের মূলনীতি কয়টি? **[RB'22; JB'22]**
(a) 10 (b) 12 (c) 14 (d) 16

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



65. সাম্যাবস্থায় নিচের কোনটি সঠিক? **[Ctg.B'22]**
(a) প্রভাবকের প্রভাব আছে
(b) পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার বেশি
(c) সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার বেশি
(d) কখনো বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হয় না।

66. সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে— **[Ctg.B'22]**
(i) সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটে
(ii) সাম্যধ্রুবকের মানের কোনো পরিবর্তন ঘটে না
(iii) সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

67. 3.5% Na_2CO_3 দ্রবণের pH কত? **[Ctg.B'22]**
(a) 13.8 (b) 12.7 (c) 11.5 (d) 10.5

68. $A_2 + B_2 \rightleftharpoons AB$. বিক্রিয়াটির 25°C তাপমাত্রায় ও 1.5 atm চাপে K_p এর মান 5.6 হলে K_c এর মান কত? **[Ctg.B'22]**
(a) 7.5 (b) 5.6 (c) 3.6 (d) 2.8

69. মোলার ঘনমাত্রায় প্রকাশিত সাম্যধ্রুবক কোনটি? **[SB'22]**
(a) K_p (b) K_c (c) K_w (d) K_a

$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ → 300°C, → 2L

এখানে, AB, A, B এর মোলসংখ্যা সাম্যাবস্থায় যথাক্রমে 13, 8, 10.
উপরের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

70. বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের মান কত? **[SB'22]**
(a) 2.112 (b) 1.763 (c) 1.256 (d) 0.473

71. এই বিক্রিয়ার K_p ও K_c এর সম্পর্ক কীরূপ? **[SB'22]**
(a) $K_p > K_c$ (b) $K_p < K_c$
(c) $K_p = K_c$ (d) $K_p \neq K_c$

72. নিচের কোনটির H^+ এর ঘনমাত্রা সর্বাধিক? **[SB'22]**
(a) pH = 11.5 (b) pH = 3.4
(c) pH = 2.5 (d) pH = 13.5

73. কোন যৌগটির জলীয় দ্রবণের pH মান বিশুদ্ধ পানির pH অপেক্ষা কম হবে? **[BB'22]**
(a) CO (b) Al_2O_3 (c) CaO (d) CO_2

74. 0.3M CH_3COOH দ্রবণের pH কত? **[BB'22]**
$[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$
(a) 2.63 (b) 3.62 (c) 1.34 (d) 2.87

75. 5 mL 0.02 M H_2SO_4 দ্রবণে 15 mL পানি যোগ করলে মিশ্রণের pH কত হবে? **[BB'22]**
(a) 1.85 (b) 2.00 (c) 2.15 (d) 2.30

76. এসিডগুলোর তীব্রতার সঠিক ক্রম কোনটি? **[BB'22]**
(a) $HClO_4 > H_2SO_3 > HNO_3 > H_3PO_4$
(b) $HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_3$
(c) $HClO_4 > H_3PO_4 > HNO_3 > H_2SO_3$
(d) $HClO_4 > H_2SO_3 > H_3PO_4 > HNO_3$

77. নিচের কোন এসিডটি সবচেয়ে শক্তিশালী? **[JB'22]**
(a) HF (b) HCl (c) HBr (d) HI

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

63. a	64. b	65. d	66. d	67. a	68. b	69. b	70. a	71. c	72. c	73. d	74. a	75. b	76. b	77. d

67. **Solⁿ: (a);** $pH = 14 + \log[OH^-]$
$= 14 + \log\left(2 \times \frac{3.5}{106 \times 0.1}\right) = 13.82$

68. **Solⁿ: (b);** সমতাকৃত সমীকরণ হলো:
$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ তাই $K_p = K_c$

70. **Solⁿ: (a);** $K_c = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = \frac{\left(\frac{13}{2}\right)^2}{\left(\frac{8}{2}\right)\left(\frac{10}{2}\right)} = 2.1125$

72. **Solⁿ: (c);** pH যতো কম H^+ এর ঘনমাত্রা ততো বেশি।

73. **Solⁿ: (d);** CO_2 অম্লীয় pH মান কম হবে।

74. **Solⁿ: (a);** $pH = -\log\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.3} = 2.63$

75. **Solⁿ: (b);** $5 \times 0.02 = 20 \times S$
$\Rightarrow S = 5 \times 10^{-3}M, [H^+] = 2S = 10^{-2}M,$
$pH = -\log[H^+] = 2$

76. **Solⁿ: (b);** যেটির কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান বেশি ও আকার ছোট সেটি বেশি তীব্র।

77. **Solⁿ: (d);** হাইড্রাসিডের ক্ষেত্রে অ্যানায়নের আকার যতো বড় হবে তীব্রতা ততো বাড়বে।

Zahid Sir

78. দ্রবণের pH = 3.6 হলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত? [CB'22]
(a) 3.5×10^{-4} M (b) 2.5×10^{-4} M
(c) 1.5×10^{-4} M (d) 0.5×10^{-4} M

79. $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$; বিক্রিয়াটিতে K_P এর একক কোনটি? [CB'22]
(a) atm (b) atm^{-1} (c) atm^2 (d) atm^{-2}

80. নিম্নের কোনটি সম-আয়ন 1 M NaOH দ্রবণের সাথে বাফার গঠন করবে? [CB'22]
(a) 0.1 M CH_3COOH (b) 0.2 M CH_3COOH
(c) 1.0 M CH_3COOH (d) 2.0 M CH_3COOH

81. নিচের কোনটির জলীয় দ্রবণের pH সর্বাধিক? [CB'22]
(a) NH_3 (b) PH_3 (c) HF (d) H_2S

82. কোনটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ? [SB'22; Din.B'22]
(a) NaOH + NaCl
(b) $CH_3COOH + CH_3COONa$
(c) $NH_4OH + NH_4Cl$
(d) $H_2CO_3 + NaHCO_3$

83. 450°C তাপমাত্রায় HI 35% বিয়োজিত হলে K_p এর মান কত? [Din.B'22]
(a) 0.8250 atm (b) 0.7250 atm
(c) 0.0825 atm (d) 0.0725 atm

84. 0.05 M H_2SO_4 এর pH কত? [Din.B'22; MB'21]
(a) 0.1 (b) 1.0 (c) 1.3 (d) 2.0

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
50 mL 0.18 M CH_3COOH দ্রবণে 60 mL 0.10 M NaOH দ্রবণ যোগ করা হল। $pK_a = 4.76$

85. উদ্দীপকের দ্রবণে কোনটি অতিরিক্ত থাকবে? [Din.B'22]
(a) 10 mL 0.10 M NaOH
(b) 10 mL 0.18 M CH_3COOH
(c) 9 mL 1.0 M NaOH
(d) 3 mL 1.0 M CH_3COOH

86. উদ্দীপকের দ্রবণের সামান্য পরিমাণ H_2SO_4 যোগ করলে কী ঘটবে? [Din.B'22]
(a) pH বাড়বে
(b) pH স্থির থাকবে
(c) H^+এর ঘনমাত্রা বাড়বে
(d) OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কমবে

87. এসিডের শক্তির সঠিক ক্রম কোনটি? [Din.B'22]
(a) $HBrO_4 > HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$
(b) $HClO_4 > HBrO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$
(c) $HClO_4 > HBrO_4 > H_3PO_4 > HNO_3$
(d) $HNO_3 > H_3PO_4 > HClO_4 > HBrO_4$

88. নিচের কোন বিক্রিয়ায় $K_p = K_c$? [MB'22; Ctg.B'21]
(a) $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ (b) $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$
(c) $C + 2D \rightleftharpoons A$ (d) $C + D \rightleftharpoons 3A$

89. $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$; $\Delta H = +Ve$ উদ্দীপক অনুসারে— [MB'22]
(i) বিক্রিয়াটি তাপহারী
(ii) সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c এর মান সমান
(iii) সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব নেই
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
$2AB_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$;
$\Delta H = -Ve$

90. সাম্য বিক্রিয়াটিতে— [MB'22]
(i) K_p একক atm^{-1} (ii) $K_c = K_p(RT)$
(iii) তাপমাত্রা পরিবর্তনে K_p এর মান পরিবর্তিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

78. b	79. a	80. d	81. a	82. c	83. d	84. b	85. d	86. b	87. b	88. a	89. d	90. d

78. **Sol^n: (b);** $[H^+] = 10^{-3.6} = 2.5 \times 10^{-4}M$
79. **Sol^n: (a);** একক $(atm)^{\Delta n}$, $\Delta n = 2 - 1 = 1$
81. **Sol^n: (a);** NH_3 অধিক ক্ষারীয়
83. **Sol^n: (d);** $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$
বিক্রিয়ার শুরুতে: 2 0 0
সাম্যাবস্থায়: $2 - 2\alpha$ α α
$\alpha = 0.35$
$K_p = \frac{\alpha^2}{(2-2\alpha)^2} = \frac{0.35^2}{(2-0.35\times2)^2} = 0.07248$

84. **Sol^n: (b);** $[H^+] = 2 \times 0.05 = 0.1$
$\therefore pH = -\log(0.1) = 1$
85. **Sol^n: (d);** অতিরিক্ত CH_3COOH এর মোল সংখ্যা
$= (50 \times 10^{-3} \times 0.18) - (60 \times 10^{-3} \times 0.1)$
$= 3 \times 10^{-3}$ mol; যা Option (d) তে আছে।
86. **Sol^n: (b);** মিশ্রণটি হবে বাফার দ্রবণ।
88. **Sol^n: (a);** $\Delta n = 0$ হলে $K_p = K_c$ হয়।

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

$NH_4OH(aq) \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

91. উদ্দীপকে OH^- আয়নের গাঢ়ত্ব 0.02M হলে এর pH কত হবে? **[MB'22]**
(a) 12.60 (b) 12.30 (c) 1.70 (d) 1.40

92. তাপোৎপাদী বিক্রিয়া হলো- **[DB'21]**
(i) $L + M \rightarrow$ উৎপাদ+তাপ
(ii) $X + Y \rightarrow$উৎপাদ; $\Delta H = -ve$
(iii) $A + B +$তাপ$\rightarrow$উৎপাদ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

93. কোনটি শক্তিশালী এসিড? **[DB'21]**
(a) HNO_2 (b) HNO_3 (c) H_2SO_3 (d) H_2SO_4

94. বিশুদ্ধ পানির pOH কত? **[DB'21]**
(a) 14 (b) 7 (c) 1.4 (d) 0.7

95. H_2O-এর অনুবন্ধী অম্ল কোনটি? **[DB'21]**
(a) OH^- (b) H^+ (c) O^{2-} (d) H_3O^+

96. $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g), \Delta H = +X\,kJ/mol$; বিক্রিয়াটিতে - **[DB'21]**
(i) চাপের প্রভাব বিদ্যমান
(ii) তাপমাত্রার প্রভাব বিদ্যমান
(iii) প্রভাবকের ভূমিকা বিদ্যমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

97. বাফার দ্রবণের কৌশলের সাথে সম্পর্কিত নিচের কোনটি? **[RB'21]**
(a) লা-শাতেলিয়ার নীতি
(b) আরহেনিয়াস সমীকরণ
(c) অসওয়াল্ড লঘুকরণ নীতি
(d) ফাজানের নীতি

98. 25^0 C তাপমাত্রায় পানির pK_w এর মান কত?
(a) 7 (b) 10 (c) 12 (d) 14

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

কতগুলো এসিডের pK_a এর মান হল:
$A = 4.7, B = 3.25, C = 6.4, D = 1.8.$

99. শক্তিশালী এসিড কোনটি? **[RB'21]**
(a) D (b) B (c) A (d) C

100. নিম্নের কোন বিক্রিয়ায় $K_p > K_c$? **[RB'21]**
(a) $\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}I_2(g) \rightleftharpoons HI(g)$
(b) $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$
(c) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
(d) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

101. $X + Y \rightleftharpoons Z$ এর সাম্যধ্রুবক A এবং $Z \rightleftharpoons X + Y$ এর সাম্যধ্রুবক B হলে কোন সমীকরণটি সঠিক? **[RB'21]**
(a) $B = 1/A$ (b) $B = 1/\sqrt{A}$
(c) $B = A$ (d) $B^{-1} = A$

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

102. বিক্রিয়াটিতে অনুবন্ধী ক্ষারক কোনটি? **[Ctg.B'21]**
(a) CH_3COOH (b) H_2O
(c) CH_3COO^- (d) H_3O^+

103. উদ্দীপকে অম্লের ঘনমাত্রা 0.001M এবং বিয়োজন মাত্রা 10% হলে, K_a এর মান কত? **[Ctg.B'21]**
(a) 0.00001 (b) 0.0001
(c) 0.001 (d) 0.1

104. HA এর $K_a = 1.8 \times 10^{-6}$ হলে 0.2M HA এর pOH কত? **[Ctg.B'21]**
(a) 13.300 (b) 10.778 (c) 3.220 (d) 0.6989

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

$MX_5 \rightleftharpoons MX_3 + X_2$
[বিয়োজন মাত্রা α ও মোট চাপ 1 atm]

105. উদ্দীপক বিক্রিয়ার K_p এর মান– **[Ctg.B'21]**
(i) $\frac{\alpha^2}{1-\alpha}$ (ii) $\frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$ (iii) $K_c(RT)$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

91. b	92. a	93. d	94. b	95. d	96. b	97. c	98. d	99. d	100. c	101. a, d	102. c	103. a	104. b	105. c

91. **Solⁿ: (b);** $pH = 14 + \log(0.02) = 12.30$
93. **Solⁿ: (d);** H_2SO_4 এ কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান সবচেয়ে বেশি।
94. **Solⁿ: (b);** বিশুদ্ধ পানিতে $pH = pOH = 7$
95. **Solⁿ: (d);** $H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$
96. **Solⁿ: (b);** সাম্যাবস্থায় প্রভাবকের ভূমিকা নেই।
98. **Solⁿ: (d);** $pK_w = -\log_{10}(10^{-14}) = 14$
99. **Solⁿ: (d);** pK_a এর মান যতো কম। এসিড ততো শক্তিশালী।
100. **Solⁿ: (c);** $\Delta n = +1$; $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \therefore K_p > K_c$
101. **Solⁿ: (a, d);** $A = \frac{[z]}{[x][y]}$ $B = \frac{[y][x]}{[z]}$
103. **Solⁿ: (a);** $K_a = \alpha^2 C = 0.1^2 \times 0.001 = 0.00001$

104. **Solⁿ: (b);** $\underset{(1-\alpha)C}{HA} \rightleftharpoons \underset{\alpha C}{H^+} + \underset{\alpha C}{A^-}$
$[H^+] = \sqrt{K_a \times C} = 6 \times 10^{-4}\,M$
$pOH = 14 - pH = 10.778$

105 **Solⁿ: (c);**

	MX_5	$\rightleftharpoons$	MX_3	+	X_2
প্রাথমিক অবস্থায়	1		0		0
সাম্যাবস্থায়	$1-\alpha$		α		α

$\therefore n = 1 + \alpha$

$K_p = \frac{\frac{\alpha^2}{(1+\alpha)^2}P^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}P} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}P = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$ [P = 1 atm]

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

সাম্য বিক্রিয়া $AB_3(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}A_2(g) + \frac{3}{2}B_2(g)$ –তাপ

106. এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে K_p ও K_c এর সম্পর্ক কোনটি? [SB'21]
(a) $K_p = K_c(RT)^2$ (b) $K_p = K_c(RT)^1$
(c) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (d) $K_p = K_c(RT)^{-2}$

107. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে– [SB'21]
(i) $\frac{1}{T}$ এর মান বৃদ্ধি পেলে K_p-এর মান হ্রাস পায়
(ii) চাপ বৃদ্ধি করলে AB_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়
(iii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

108. পানির আয়নিক গুণফল (K_w) এর একক কোনটি? [SB'21]
(a) $mol\ l^{-1}$ (b) mol^2L^{-2}
(c) $mol^{-2}L^2$ (d) mol^2L^2

109. $W + X \rightleftharpoons Y + Z$ সাম্যাবস্থার বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হারধ্রুবক K_1 ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হারধ্রুবক K_2 হলে সাম্যধ্রুবক, K_c = কত? [SB'21]
(a) $K_1.K_2$ (b) $K_1^{-1}.K_2$
(c) $K_1.K_2^{-1}$ (d) $K_1^{-1}.K_2^{-1}$

110. কোনটি ক্ষারকের তীব্রতার সঠিক ক্রম? [SB'21]
(a) $LiOH < NaOH < KOH < CsOH$
(b) $NaOH < LiOH < KOH < CsOH$
(c) $KOH < CsOH < LiOH < NaOH$
(d) $LiOH < KOH < CsOH < NaOH$

111. একটি 1.0 মোলার NH_4OH দ্রবণের বিয়োজন মাত্রা 1.34%। উক্ত দ্রবণটির K_b এর মান কত? [BB'21]
(a) 1.659×10^{-4} (b) 1.975×10^{-6}
(c) 1.567×10^{-6} (d) 1.795×10^{-4}

112. 25°C তাপমাত্রায় N_2O_4 এবং NO_2 এর সাম্য মিশ্রণে তাদের আংশিক চাপ যথাক্রমে 0.69 atm এবং 0.31 atm. N_2O_4 এর বিয়োজন বিক্রিয়ার K_p এর মান কত? [BB'21]
(a) 0.349 atm (b) 0.249 atm
(c) 0.449 atm (d) 0.139 atm

113. $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ বিক্রিয়াটির K_c এর একক– [BB'21]
(a) L^2mol^{-2} (b) $mol^{-2}L^{-2}$
(c) mol^2L^{-6} (d) mol^2L^2

114. একটি দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 3.5×10^{-4} হলে, ঐ দ্রবণের pH কত? [JB'21]
(a) 3.55 (b) 10.54 (c) 12.55 (d) 13.54

115. দেহের রক্তের pH অপরিবর্তিত রাখার জন্য যে বাফার সিস্টেম কাজ করে- [JB'21]
(i) কার্বনেট বাফার (ii) বাইকার্বনেট বাফার
(iii) ফসফেট বাফার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

116. 25°C তাপমাত্রায় $RQ_5(g) \rightleftharpoons RQ_3(g) + Q_2(g)$ [JB'21] বিক্রিয়ার $K_p = 0.14$ atm হলে K_c কত?
(a) $5.72 \times 10^{-3} mol\ dm^{-3}$
(b) $2.338 \times 10^{-4} mol\ dm^{-3}$
(c) $5.62 \times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3}$
(d) $7.265 \times 10^{-5} mol\ dm^{-3}$

117. অ্যাসিডোসিস মানুষের কোন কোষকে দুর্বল করে ফেলে? [JB'21]
(a) রক্তকোষ (b) স্নায়ুকোষ
(c) চোখের কোষ (d) অবরণী কোষ

118. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l)$ –তাপ; বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা বাড়ালে- [JB'21]
(i) K_p এর মান হ্রাস পাবে (ii) K_p এর মান বৃদ্ধি পাবে
(iii) সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

106. b	107. d	108. b	109. c	110. a	111. d	112. d	113. –	114. b	115. b	116. a	117. b	118. b

106. Sol^n: (b); $\Delta n = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} - 1 = 1$

108. Sol^n: (b); $K_w = [H_3O^+][OH^-]$ এবং একক (mol^2L^{-1})

109. Sol^n: (c); $K_c = \frac{\text{সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার বেগ ধ্রুবক}}{\text{পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার বেগ ধ্রুবক}}$

111. Sol^n: (d); $\alpha = \frac{1.34}{100}$ $K_b = \alpha^2C = 1.795 \times 10^{-4}$

112. Sol^n: (d); $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$; $\therefore K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{0.31^2}{0.69} = 0.139$ atm.

113. Sol^n: (সঠিক উত্তর নাই); $\Delta n = 4 - 2 = 2$;
একক $(molL^{-1})^2 = mol^2L^{-2}$

114. Sol^n: (b); $pH = 14 + \log_{10}(3.5 \times 10^{-4}) = 10.54$

116. Sol^n: (a); $K_p = K_c(RT)^1$
$\Rightarrow K_c = 5.72 \times 10^{-3} molL^{-1}$

Zahid Sir

119. 2.5% H_2SO_4 দ্রবণের OH^- এর ঘনমাত্রা হল- **[JB'21]**
(a) 3.92×10^{-7} (b) 1.95×10^{-7}
(c) 3.92×10^{-14} (d) 1.95×10^{-14}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
T°C তাপমাত্রা ও 2.0 atm চাপে নিম্নের বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় আছে- $A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2\,AB_2(g); \Delta H = 55.3$ kJ

120. বিক্রিয়াটির বিয়োজন মাত্রা 15% হলে K_p এর মান কত atm? **[CB'21]**
(a) 0.351 (b) 0.184 (c) 0.176 (d) 0.053

121. বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায়- **[CB'21]**
(i) তাপমাত্রা বাড়ালে আরো AB_2 উৎপন্ন হবে
(ii) চাপ বাড়ালে K_p এর মান বাড়বে
(iii) $K_c = K_p(RT)^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

122. নিচের কোনটি বাফার দ্রবণ হিসাবে কাজ করবে? **[CB'21]**
(a) HF(aq) + NaF
(b) $CH_3COOH + CH_3COONa$
(c) $HCOOH + CH_3COONa$
(d) $NH_4OH + (NH_4)_2CO_3$

123. নিচের কোন pH মানটি 1M HCl দ্রবণের জন্য প্রযোজ্য? **[CB'21]**
(a) 3 (b) 2 (c) 1 (d) 0

124. 100 ml 0.01M HCl এবং 70 ml 0.02M NH_4OH দ্রবণ একত্রে মিশালে প্রকৃতি হবে- **[CB'21]**
(a) অম্লীয় বাফার (b) ক্ষারীয় বাফার
(c) নিরপেক্ষ (d) অম্লীয়

125. কীসের পরিবর্তনের ফলে সাম্য ধ্রুবকের মান পরিবর্তিত হয়? **[CB'21]**
(a) তাপমাত্রা (b) ঘনমাত্রা (c) আয়তন (d) প্রভাবক

126. নিচের কোনটি HSO_4^- এর অনুবন্ধী অম্ল? **[Din.B'21]**
(a) SO_4^{2-} (b) SO_3^{2-} (c) H_2SO_3 (d) H_2SO_4

127. 1% HCl দ্রবণের pH কত? **[Din.B'21]**
(a) 0.56 (b) 2.00 (c) 2.50 (d) 5.6

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g); \Delta H = +ve$

128. উপরের বিক্রিয়াটিতে চাপ বাড়ালে কী ঘটে? **[Din.B'21]**
(a) উৎপাদ বাড়ে (b) K_p বাড়ে
(c) বিক্রিয়ক বাড়ে (d) চাপের কোনো প্রভাব নেই

129. যদি তাপমাত্রা বাড়ানো হয় তাহলে — **[Din.B'21]**
(i) K_p বাড়ে
(ii) সাম্যবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না
(iii) সাম্যবস্থা সামনের দিকে অগ্রসর হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

130. কোনটি অম্লীয় বাফার নয়? **[Din.B'21]**
(a) $H_3PO_4^- + Na_2HPO_4$ (b) $HS^- + Na_2S$
(c) $CO_3^{2-} + HCO_3^-$ (d) $CH_3COOH + CH_3COONa$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

131. $CH_4(g) + 2O_2\,(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l)$; সাম্য বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে কোনটি প্রযোজ্য? **[MB'21]**
(a) আয়তন অপরিবর্তিত
(b) আয়তন সম্প্রসারিত
(c) সাম্যাবস্থায় চাপ নিরপেক্ষ
(d) চাপ প্রয়োগে সাম্যাবস্থা ডানদিকে স্থানান্তরিত হয়

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

119. d	120. b	121. c	122. b	123. d	124. b	125. a	126. d	127. a	128. d	129. c	130. c	131. d

119. **Solⁿ: (d);** $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$
$[H_2SO_4] = \frac{10x}{M} = \frac{10\times2.5}{98} = 0.255$ M
$[H^+] = 2 \times 0.255 = 0.51$ M
$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 1.95 \times 10^{-14}$M

120. **Solⁿ: (b);** $A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2AB_2(g)$
সাম্যবস্থায় 0.85 0.30
$\therefore n = 1.15$ mol
$K_p = \frac{\left(\frac{0.30}{1.15}\times2\right)^2}{\frac{0.85}{1.15}\times2} = 0.184$

121. **Solⁿ: (c);** $\Delta n = 1$ এবং সাম্যধ্রুবক কেবলমাত্র তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।

122. **Solⁿ: (b);** $CH_3COOH + NaOH \rightleftharpoons CH_3COONa + H_2O$

123. **Solⁿ: (d);** $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-; pH = -\log 1 = 0$

124. **Solⁿ: (b);** $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
প্রাথমিক অবস্থায়: 1.4×10^{-3}mol 1×10^{-3}mol 0
সাম্যাবস্থায়: 4×10^{-4} mol 0 1×10^{-3} mol

125. **Solⁿ: (a);** সাম্যধ্রুবক কেবলমাত্র তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল

126. **Solⁿ: (d);** $HSO_4^- + H^+ \longrightarrow H_2SO_4$

127. **Solⁿ: (a);** $W = \frac{SVM}{1000} \Rightarrow 1 = \frac{S\times100\times36.5}{1000}$
$\Rightarrow S = 0.2739$ M
$pH = -\log[H^+] = -\log 0.2739 = 0.56$

129. **Solⁿ: (c);** লা-শাতেলিয়ারের নীতি

131. **Solⁿ: (d);** উৎপাদে গ্যাসীয় অণুর মোলসংখ্যা বিক্রিয়কের তুলনায় কম।

132. কোন লবণটির জলীয় দ্রবণের $pH > 7$?
(a) NaCl (b) $CuSO_4$ (c) Na_2CO_3 (d) NH_4Cl

133. কোন pH মানের দ্রবণটিতে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা বেশি? [MB'21]
(a) 2.3 (b) 5.5 (c) 7.4 (d) 9.5

134. হেবার বস্ পদ্ধতিতে NH_3 শিল্পোৎপাদনে প্রভাবক সহায়ক হিসাবে কোনটি ব্যবহৃত হয়? [MB'21]
(a) Mo (b) Fe (c) Ni (d) V

135. SO_2 এর ক্ষারকত্বের মান কত? [DB'19]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

136. দুধে pH নিয়ন্ত্রণের জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়? [DB'19]
(a) লেবুর রস (b) লঘু HCl
(c) NaOH (d) $NaHCO_3$

137. কোনটি বাফার দ্রবণ? [RB'19]
(a) দুধ (b) মধু
(c) রক্ত (d) সেলাইনের দ্রবণ

138. মাটির pH বৃদ্ধিতে কোনটি ব্যবহার করা হয়? [RB'19]
(a) KNO_3 (b) NH_4NO_3
(c) CaO (d) $(NH_4)_2HPO_4$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় বিয়োজন মাত্রা α হলে এবং গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ P.

139. সাম্যাবস্থায় NO_2 এর আংশিক চাপ হলো- [Ctg.B'19]
(a) $\frac{2\alpha.P}{1-\alpha}$ (b) $\frac{2\alpha.P}{1+\alpha}$ (c) $\frac{\alpha.P}{1+\alpha}$ (d) $\frac{\alpha.P}{1-\alpha}$

140. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে- [Ctg.B'19]
(i) $K_p = \frac{(1-\alpha).P}{\alpha}$ (ii) $K_p = \frac{4\alpha^2.P}{1-\alpha^2}$
(iii) $K_p = K_c(RT)$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

141. Al_2O_3 এর অম্লত্ব কত? [Ctg.B'19]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 6

142. $CH_3-CH_2-OH + CH_3-COOH \rightarrow CH_3-COO-CH_2-CH_3 + H_2O$; যৌগটির এটম ইকনোমি কত? [Ctg.B'19]
(a) 65% (b) 78% (c) 83% (d) 100%

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$2AB_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$; $\Delta H = -ve$.

143. সাম্য বিক্রিয়াটিতে- [SB'19]
(i) K_p এর একক atm (ii) $K_c = K_p(RT)$
(iii) তাপমাত্রা পরিবর্তনে K_p এর মান পরিবর্তিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

144. সাম্য বিক্রিয়াটিতে $AB_3(g)$ এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে- [SB'19]
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে (ii) চাপ বৃদ্ধি করলে
(iii) বিক্রিয়াপাত্র থেকে $AB_3(g)$ অপসারণ করলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

145. একটি বাফার দ্রবণে 0.2 মোল মনোবেসিক এসিড ($pKa = 4.8$) এবং 0.02 মোল উক্ত এসিডের পটাশিয়াম লবণ আছে। এর pH কোনটি? [SB'19]
(a) 2.8 (b) 3.8 (c) 4.8 (d) 5.8

146. ডেসিমোলার মিথানয়িক এসিডের বিয়োজন মাত্রা 10% হলে এর pH মান কত? [SB'19]
(a) 1 (b) 1.5 (c) 2 (d) 2.5

147. নিচের কোন গ্যাসের জ্বালানি ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি? [SB'19]
(a) CH_4 (b) C_2H_6 (c) C_3H_8 (d) C_4H_{10}

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

132. c	133. a	134. a	135. a	136. d	137. c	138. c	139. b	140. c	141. d	142. c	143. b	144. b	145. b	146. c	147. a

132. **Sol^n: (c);** Na_2CO_3 ক্ষারীয় লবণ।

133. **Sol^n: (a);** pH মান যতো কম H^+ আয়নের ঘনমাত্রা ততো বেশি।

134. **Sol^n: (a);** প্রভাবক হিসেবে Fe এবং প্রভাবক সহায়ক হিসেবে মলিবডেনাম ব্যবহৃত হয় যার প্রতীক Mo।

139. **Sol^n: (b);** $\underset{1-\alpha}{\overset{1}{N_2O_4}} \rightleftharpoons \underset{2\alpha}{\overset{0}{2NO_2}}$; $\therefore P_{NO_2} = \frac{2\alpha}{1-\alpha+2\alpha} \times P = \frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P$

140. **Sol^n: (c);** $K_p = \frac{4\alpha^2P}{1-\alpha^2}$; $\Delta n = 2-1 = 1$
$\therefore K_p = K_c(RT)^1 = K_cRT$

142. **Sol^n: (c);** $A.E = \frac{12\times4+16\times2+8}{12\times4+16\times2+8+(2+16)} \times 100 = 83.01\%$

143. **Sol^n: (b);** k_p এর একক $\frac{atm^2}{atm^2\times atm} = atm^{-1}$

145. **Sol^n: (b);** $pH = pKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

146. **Sol^n: (c);** $pH = -\log(\alpha c) = -\log\left(\frac{10}{100} \times 0.1\right) = 2$

147. **Sol^n: (a);** হাইড্রোকার্বনে হাইড্রোজেন এর শতকরা সংযুক্তি বাড়লে জ্বালানি ক্ষমতা বাড়ে।

148. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$. বিক্রিয়াটির সাম্যাঙ্ক পরিবর্তন হবে- **[BB'19]**
(a) চাপ বৃদ্ধিতে (b) উৎপাদ বৃদ্ধিতে
(c) বিক্রিয়ক বৃদ্ধিতে (d) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে

149. কোনো দ্বি-অম্লীয় ক্ষারের মোলার ঘনমাত্রা 0.05 M হলে pH কত হবে? **[BB'19]**
(a) 10 (b) 11 (c) 12 (d) 13

150. কোন বিক্রিয়ায় তাপ শোষিত হয়? **[BB'19]**
(a) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
(b) $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
(c) $S + O_2 \rightarrow SO_2$
(d) $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

151. **[JB'19]**

50 mL 0.02M HNO_3	50 mL 0.02M $Ba(OH)_2$	A + B
A	B	C

C দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা হলো-
(a) 1×10^{-3}M (b) 1×10^{-4}M
(c) 5×10^{-3}M (d) 5×10^{-4}M

152. কোন তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফলের মান সর্বাধিক? **[CB'19]**
(a) 10°C (b) 25°C (c) 30°C (d) 100°C

153. কোন অক্সাইডের জলীয় দ্রবণের pH এর মান 7 এর বেশি? **[CB'19]**
(a) Na_2O (b) Cl_2O_7 (c) SiO_2 (d) SO_2

154. বাফার দ্রবণ হলো- **[Din.B'19]**
(i) 30mL 0.1M CH_3COOH ও 15 mL 0.1M NaOH এর মিশ্রণ
(ii) 30mL 0.1M CH_3COOH ও 30 mL 0.1M NaOH এর মিশ্রণ
(iii) 25mL 0.1M NH_4OH ও 15mL 0.1M HCl এর মিশ্রণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i,ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

155. কোন বিক্রিয়াটিতে K_p এর একক $(atm)^2$? **[Din.B'19; CB'17]**
(a) $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$
(b) $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$
(c) $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$
(d) $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$

156. সক্রিয় ভর বলতে বুঝায়- **[All Board'18]**
(i) মোলার ঘনমাত্রা (ii) আংশিক চাপ
(iii) আণবিক ভর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

157. 1% HCl দ্রবণের pH কত? **[All Board'18]**
(a) 0.56 (b) 1.0 (c) 2.6 (d) 5.6

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
25°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে সাম্যাবস্থায় 15.6% PCl_5 বিয়োজিত হয়। PCl_5 এবং Cl_2 গ্যাসের আংশিক চাপ যথাক্রমে 1.095 এবং 0.202 atm.

158. K_P এর মান কত? **[DB'17]**
(a) 2.74×10^{-2}atm (b) 2.84×10^{-2}atm
(c) 3.74×10^{-2}atm (d) 5.74×10^{-2}atm

159. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় যদি PCl_5 যোগ করা হয়, তবে– **[DB'17]**
(i) বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হবে
(ii) বিক্রিয়া পশ্চাৎ দিকে অগ্রসর হয়
(iii) সাম্যাবস্থায় পরিবর্তন হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii (c) iii (d) i, ii, iii

160. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ সমীকরণটির সাম্যধ্রুবক K_1 হলে, $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ সমীকরণটির সাম্যধ্রুবক K_2 কত? **[RB'17]**
(a) $K_2 = \frac{1}{\sqrt{K_1}}$ (b) $K_2 = K_1$
(c) $K_2 = \sqrt{K_1}$ (d) $K_2 = \frac{1}{2}K_1$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

148. d	149. d	150. d	151. -	152. d	153. a	154. c	155. b	156. a	157. a	158. c	159. b	160. c

149. **Sol[n]: (d);** $pOH = \log(0.05 \times 2) = 1$
$\therefore pH = 14 - 1 = 13$

151. **Sol[n]: (সঠিক উত্তর নেই);**
$[OH^-] = \frac{(50\times0.02\times2)-(50\times0.02)}{50+50} = 0.01$ M

157. **Sol[n]: (a);** $[H^+] = \frac{10x}{M} = \frac{10\times1}{36.5} = 0.274M$
$\therefore pH = -\log[H^+] = 0.56$

158. **Sol[n]: (c);** $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$; Cl_2 ও PCl_3 এর আংশিক চাপ সমান হবে। ;$\therefore K_p = \frac{0.202\times0.202}{1.095} = 3.72 \times 10^{-2}$ atm

Zahid Sir

161. $2\% \left(\frac{W}{V}\right) Na_2CO_3$ দ্রবণের pH এর মান কত? **[RB'17]**
(a) 10.6 (b) 12.6 (c) 13.6 (d) 14.0

162. হ্যান্ডারসন-হ্যাসেলবাখ সমীকরণ দ্বারা করা যায় —
(i) বাফার দ্রবণের pH গণনা **[RB'17]**
(ii) বিয়োজন ধ্রুবক নির্ণয়
(iii) জ্ঞাত pH এর বাফার দ্রবণ তৈরি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

163. একমোল এসিটিলিনকে পোড়াতে কত মোল অক্সিজেন প্রয়োজন? **[Ctg.B'17]**
(a) $\frac{7}{2}$ (b) $\frac{5}{2}$ (c) 1 (d) 3

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
V লিটার আয়তনের একটি বদ্ধপাত্রে 1 মোল N_2O_4 কে উত্তপ্ত করা হলে সাম্যাবস্থায় α মোল বিয়োজিত হয়। গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ P.
$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

164. সাম্যাবস্থায় NO_2 এর আংশিক চাপ – **[Ctg.B'17]**
(a) $\frac{2\alpha\times p}{1-\alpha}$ (b) $\frac{2\alpha\times p}{1+\alpha}$ (c) $\frac{\alpha\times p}{1+\alpha}$ (d) $\frac{\alpha\times p}{1-\alpha}$

165. নিচের কোন এসিড দ্রবণটির pH মান কম? **[Ctg.B'17]**
(a) 0.5 M (b) 0.05 M
(c) 0.005 M (d) 0.0005 M

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
$Ca(OH)_2 + aq \longrightarrow \boxed{A} + 2OH^-$

166. উদ্দীপকে OH^- আয়নের গাঢ়ত্ব 0.02M হলে এর pH কত হবে? **[SB'17]**
(a) 12.60 (b) 12.30 (c) 1.70 (d) 1.40

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
80 mL 0.25M NH_4OH দ্রবণে 20 mL 0.25M HCl দ্রবণ যোগ করা হলো।

167. উদ্দীপক মিশ্রণে অতিরিক্ত এসিড বা ক্ষারের পরিমাণ কত? **[SB'17]**
(a) 60 mL NH_4OH (b) 40 mL HN_4OH
(c) 100 mL HCl (d) 20 mL HCl

168. উদ্দীপক মিশ্রণটির pH পরিবর্তন করতে হলে নিম্নের কোনটি সামান্য যোগ করতে হবে? **[SB'17]**
(a) NH_4OH (b) HNO_3
(c) HCOOH (d) CH_3COOH

169. গ্রিন দ্রাবক কোনটি? **[SB'17]**
(a) কঠিন কার্বন ডাইঅক্সাইড
(b) কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস
(c) 31.1°C এর নিচের কার্বন ডাইঅক্সাইড
(d) 72.8°C তাপমাত্রার কার্বন ডাইঅক্সাইড

170. বিক্রিয়ার হারের একক কোনটি? **[SB'17]**
(a) mol Ls^{-1} (b) mol $L^{-1}s^{-1}$
(c) L $mol^{-1}s^{-1}$ (d) mol $L^{-1}s$

171. কোনটি রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য? **[JB'17]**
(a) ঘনত্ব (b) দ্রাব্যতা (c) অম্লতা (d) গলনাঙ্ক

172. স্থির তাপমাত্রায় আয়তন পরিবর্তন কোন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় প্রভাব বিস্তার করবে? **[JB'17]**
(i) $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$
(ii) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(l)$
(iii) $SO_3(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons NO_2(g) + SO_2(g)$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

173. $I^-(aq)$ এর ঘনমাত্রা দ্বিগুণ করলে $PbI_2(s)$ এর সাথে সাম্যাবস্থায় থাকা $Pb^{2+}(aq)$ আয়নের ঘনমাত্রার উপর কীরূপ প্রভাব বিস্তার করবে? **[JB'17]**
(a) 4 গুণ হবে (b) 16 গুণ হবে
(c) 4 ভাগ হবে (d) 16 ভাগ হবে

174. কোন বিক্রিয়াতে পানি একটি ব্রনস্টেড-লাউরি অম্ল হিসাবে ক্রিয়া করে? **[JB'17]**
(a) $H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
(b) $H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + OH^-$
(c) $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$
(d) $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

161. c	162. c	163. b	164. b	165. a	166. b	167. a	168. b	169. c	170. b	171. c	172. a	173. c	174. b

161. **Sol^n: (c);** $2\%\left(\frac{W}{V}\right) = \frac{2g}{100\ mL} = \frac{20g}{1000\ mL}$
$= 20g/L = \frac{20}{106}\ mol/L = 0.189\ M$
$\therefore pOH = -\log\ [OH^-] = -\log(2\times 0.189)$
$= 0.42\ \therefore pH = 14 - pOH$
$= 14 - 0.42 = 13.58 \approx 13.6$

163. **Sol^n: (b);** $C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$

167. **Sol^n: (a);** $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
এখানে, উভয় যৌগের মোলারিটি একই।
∴ 1 mL HCl বিক্রিয়া করে 1 mL NH_4OH এর সাথে
∴ 20 mL HCl বিক্রিয়া করে 20 mL NH_4OH এর সাথে
∴ অবশিষ্ট $NH_4OH = (80 - 20)mL = 60\ mL$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

25°C তাপমাত্রায় 1 লিটার দ্রবণে সর্বোচ্চ 1.0×10^{-3} মোল PbI_2 দ্রবীভূত হয়।

175. কোনটি দুর্বলতম এসিড? **[JB'17]**
(a) $HMnO_4$ (b) H_2SO_4 (c) $HClO_4$ (d) HNO_3

176. কোনটি অনুবন্ধী অম্ল-ক্ষারক যুগল? **[JB'17]**
(a) $HCl, NaOH$ (b) H_3O^+, H_2O
(c) O_2, H_2O (d) H^+, Cl^-

177. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$; বিক্রিয়াটির K_p- এর একক কী? **[JB'17]**
(a) atm^{-2} (b) atm^{-1} (c) atm (d) atm^2

178. কোনটি প্রোপেনের দহন নির্দেশ করে? **[JB'17]**
(a) $C_3H_8(g) = 3C(s) + 3H_2(g)$
(b) $C_3H_8(g) = C_3H_6(g) + H_2(g)$
(c) $C_3H_8(g) + \frac{7}{2}O_2(g) = 3CO(g) + 4H_2O(l)$
(d) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) = 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

179. একটি দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা 10^{-4}mol/L হলে উক্ত দ্রবণের pOH কত? **[CB'17]**
(a) 4 (b) 6 (c) 10 (d) 14

180. সক্রিয় ভর বলতে বোঝায়- **[CB'17]**
(i) আংশিক চাপ (ii) আণবিক ভর
(iii) মোলার ঘনমাত্রা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii
(c) i, iii (d) i, ii, iii

181. নিচের কোন অক্সাইডের জলীয় দ্রবণের pH মান 7 অপেক্ষা বেশি ? **[Din.B'17]**
(a) B_2O_3 (b) BeO
(c) P_2O_5 (d) Cl_2O_7

182. H_3PO_2 এর ক্ষারকত্ব কত? **[Din.B'17]**
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

175. d	176.b	177.a	178.d	179.c	180. c	181. b	182. a

177. **Sol^n: (a);** এখানে, $\Delta n = 2 - 4 = -2$
K_p এর একক $= (atm)^{\Delta n} = atm^{-2}$

179. **Sol^n: (c);** $pH = -\log[H^+] = -\log[10^{-4}]$
$= 4 \therefore pOH = 14 - pH = 14 - 4 = 10$

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের CQ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সবুজ রসায়ন কাকে বলে? [DB'23;Ctg.B'23; Din.B'23, 22, 17; SB'22; JB'22; CB'17]

উত্তর: পৃথিবীব্যাপী রসায়নবিদরা শিল্প ক্ষেত্রে তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক প্রয়োগে ক্ষতিকর বর্জ্য পদার্থ উৎপন্ন যথাসম্ভব হ্রাস করে নতুন ও উন্নতর পরিবেশবান্ধব পদ্ধতি উদ্ভাবনে সচেষ্ট রয়েছেন। পরিবেশবান্ধব এরূপ রাসায়নিক পদ্ধতিকে গ্রিন কেমিস্ট্রি বা সবুজ রসায়ন বলে।

02. ভর-ক্রিয়া সূত্রটি লেখ। [DB'23; SB'23,18; BB'23,17; MB'23;RB'21; JB'21,18; CB'22,21; Din.B'21,18, 17; MB'22; SB'18

উত্তর: একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো বিক্রিয়ার যে কোনো মূহুর্তে বিক্রিয়ার হার ঐ বিক্রিয়ার বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের (মোলার ঘনমাত্রা, আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

03. বাফার দ্রবণ কী? [RB'23, JB'22,21,18; Din.B'22,18; MB'22;Ctg.B'21; DB'18; SB'18; RB'17]

উত্তর: যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর মানের বিশেষ পরিবর্তন ঘটে না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

04. pOH কী? [RB'23]

উত্তর: কোনো জলীয় দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে pOH বলে।
$pOH = -\log[OH^-]$

05. বিকারক কাকে বলে? [Ctg.B'23]

উত্তর: বিকারক এক প্রকার মৌলিক বা যৌগিক পদার্থ যা কোনো সিস্টেমে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায় অথবা সিস্টেমে কোনোরূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

Zahid Sir

06. সাম্যধ্রুবক কী? **[Ctg.B'23]**

উত্তর: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো উভমুখী রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার সমীকরণ অনুযায়ী অণু সংখ্যার ঘাতে উন্নীত প্রতিটি উৎপাদ পদার্থের সক্রিয় ভরের গুণফল ও বিক্রিয়ার পূর্ণ সমীকরণ অনুযায়ী অণু সংখ্যার ঘাতে উন্নীত প্রতিটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের গুণফলের অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি হয়। এই ধ্রুবক রাশিটিকে ঐ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঐ উভমুখী রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক বলা হয়।

07. পানির আয়নিক গুণফল কাকে বলে?

[SB'23; Din.B'23; Ctg.B'21, RB'19]

উত্তর: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানিতে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা ও হাইড্রক্সিল আয়নের ঘনমাত্রার গুণফল ধ্রুবক হয়। এই ধ্রুবককে পানির আয়নিক গুণফল বলে।

$K_w = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$;

K_w কে পানির আয়নিক গুণফল বলা হয়।

08. বাফার ক্ষমতা কাকে বলে? **[JB'23]**

উত্তর: এক লিটার বাফার দ্রবণের pH এর মান এক একক পরিবর্তন করতে যতো মোল সংখ্যার সবল এসিড বা ক্ষার মিশ্রিত বা যোগ করতে হয়, তাকে ঐ বাফার দ্রবণের বাফার ক্ষমতা বলে।

09. বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক কাকে বলে? **[JB'23]**

উত্তর: একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক ঘনমাত্রার বিক্রিয়কসমূহের বিক্রিয়ার হারকে ঐ তাপমাত্রায় প্রদত্ত বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক বলে।

10. লবণ কাকে বলে? **[CB'23]**

উত্তর: এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ার উৎপন্ন প্রশম পদার্থ যা পানিতে বিশ্লেষিত হয়ে পুনরায় ঐ এসিড ও ক্ষার উৎপন্ন করে তাকে লবণ বলে।

11. pH এর সংজ্ঞা লেখ। **[MB'23; Din.b'22,21; MB'22; SB'21; DB'17; RB'17]**

উত্তর: কোন দ্রবণে $[H^+]$ আয়নের ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে pH বলে।

12. বিয়োজন ধ্রুবক কী? **[RB'22; Ctg.B'22]**

উত্তর: প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো অম্ল বা ক্ষারের মোলসংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে, তাকে ঐ অম্ল বা ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক (K_a বা K_b) বলা হয়।

13. গতিশীল সাম্যাবস্থা কী? বা রাসায়নিক সাম্যাবস্থা কী?

[RB'22; MB'22; DB'21; SB'19;CB'17]

উত্তর: যখন কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার সমান হয়, এ অবস্থাকে ঐ রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিশীল সাম্যাবস্থা বলে।

14. K_c কাকে বলে? **[SB'22; BB'21]**

উত্তর: কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় ভর ক্রিয়ার সূত্র মতে উৎপাদসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল ও বিক্রিয়কমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলের অনুপাতকে মোলার সাম্যধ্রুবক বলা হয়। একে K_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

15. লা-শাতেলিয়ার নীতি লেখ।

[SB'22; MB'22; Ctg.B'21; SB'21; JB'21; Din.B'21]

উত্তর: কোনো উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি ঐ অবস্থার একটি নিয়ামক, যেমন তাপমাত্রা, চাপ অথবা ঘনমাত্রা পরিবর্তন করা হয়, তবে সাম্যের অবস্থান ডানে বা বামে এমনভাবে পরিবর্তিত হবে, যাবে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

16. এটম ইকোনমি কাকে বলে? **[CB'22]**

উত্তর: কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন কাঙ্খিত উৎপাদের ভর ও উৎপন্ন সকল উৎপাদের ভরের অনুপাতের 100 গুণিতক সংখ্যা মানকে এটম ইকোনমি বলে।

17. অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক K_a কী? **[Din.B'22; Din.B'21]**

উত্তর: প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো অম্লের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে তাকে ঐ অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক, K_a বলা হয়।

18. pH স্কেল কী? **[RB'21]**

উত্তর: 25°C তাপমাত্রায় কোনো লঘু অম্লীয় বা লঘু ক্ষারীয় বা নিরপেক্ষ দ্রবণের pH এর মান (0 – 14) পর্যন্ত হতে পারে। pH এর এই পরিসরকে pH স্কেল বলে।

Zahid Sir

08. Al_2O_3 এর অম্লত্ব 6 বলতে কী বোঝ? [BB'23]

উত্তর: কোনো ক্ষারকের প্রতি মোল যতগুলো এক ক্ষারকীয় অম্লকে প্রশমিত করতে পারে তাকে তার অম্লত্ব বলে। Al_2O_3 উভধর্মী পদার্থ। এটি এক ক্ষারকীয় অম্ল যেমন: HCl এর 6 মোল প্রশমিত করে লবণ আর পানি উৎপন্ন করে বিধায় Al_2O_3 এর অম্লত্ব 6। অর্থাৎ,

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

09. Na_2CO_3 -এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'23]

উত্তর: $Na_2CO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2CO_3$

Na_2CO_3 জলীয় দ্রবণে সবল ক্ষার NaOH ও দুর্বল এসিড H_2CO_3 উৎপন্ন করে। দুর্বল এসিড হতে উৎপন্ন H^+ এর তুলনায় সবল ক্ষার হতে উৎপন্ন OH^- পরিমাণে বেশি। তাই দ্রবণে OH^- বেশি থাকায় দ্রবণ ক্ষারধর্মী হয়।

10. HSO_4^- আয়নটি উভধর্মী কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: ব্রনস্টেড-লাউরি মতবাদ অনুসারে যে সকল পদার্থ প্রোটন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয়ই করতে পারে সে সকল পদার্থ উভধর্মী হিসেবে পরিচিত। HSO_4^- এর ক্ষেত্রে,

$HSO_4^- + HCl \rightarrow H_2SO_4 + Cl^-$ [ক্ষার হিসেবে]

$HSO_4^- + NH_3 \rightarrow SO_4^{2-} + NH_4^+$ [এসিড হিসেবে]

যেহেতু HSO_4^- প্রোটন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয় করতে পারে তাই HSO_4^- একটি উভধর্মী পদার্থ।

11. $CuSO_4$ এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: $CuSO_4$ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে তীব্র এসিড H_2SO_4 ও দুর্বল ক্ষার $Cu(OH)_2$ উৎপন্ন করে। যেহেতু $Cu(OH)_2$ এর তুলনায় H_2SO_4 অধিক শক্তিশালী অম্ল, সেহেতু এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী।

$$CuSO_4 + 2H_2O \longrightarrow \underset{\text{দুর্বল ক্ষার}}{Cu(OH)_2} + \underset{\text{তীব্র এসিড}}{H_2SO_4}$$

12. বদ্ধ পাত্রে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা সংঘটিত হয়—ব্যাখ্যা কর। [CB'23]

উত্তর: খোলা পাত্রে থাকা বিক্রিয়কসমূহ যদি কঠিন বা তরল হয় এবং একটি উৎপাদ গ্যাসীয় হয় তবে উৎপাদটি সহজেই পাত্র থেকে অপসারিত হবে, ফলে বিক্রিয়াটি একমুখী হয়ে যাবে। উদাহরণ: বদ্ধপাত্রে $CaCO_3$ এর বিয়োজন উভয়মুখী, কিন্তু খোলা পাত্রে বিক্রিয়া করলে $CO_2(g)$ বিক্রিয়া পাত্র থেকে চলে যায় ফলে বিক্রিয়াটি একমুখী হয়ে যায় আর সাম্যাবস্থা অর্জিত হয় না।

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO + CO_2$ [বদ্ধপাত্রে]

$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2 \uparrow$[খোলা পাত্রে]

13. HF ও HCl এর মধ্যে কোনটি তীব্র এসিড? ব্যাখ্যা কর। [CB'23]

উত্তর: HF ও HCl এর মধ্যে HCl অধিক শক্তিশালী এসিড। HF ও HCl হলো দুটো হাইড্রাসিড, হাইড্রাসিডসমূহের তীব্রতা এদের অ্যানায়নের আকারের উপর নির্ভর করে। যার অ্যানায়ন যতো বড় H এর সাথে বন্ধন দূরত্ব ততো বেশি। ফলে সহজেই H^+ নির্গত হতে পারে। F^- ও Cl^- এর মধ্যে Cl^- এর আকার বড় বলে এটি সহজেই প্রোটন ত্যাগ করতে পারে তাই এটি তীব্র অম্ল।

14. গ্রিন কেমেস্ট্রির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।[MB'23, Ctg.B'22]

উত্তর: সবুজ রসায়ন হলো রসায়নের এমন একটি শাখা, যেখানে কম পরিবেশ দূষণ করে এমন সব প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে গবেষণা করা হয়। পরিবেশবান্ধব রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে পরিবেশবান্ধব রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন ও ব্যবহার সবুজ রসায়নের মূল বিষয়। রসায়নের এ শাখায় যতো কম সম্ভব পরিবেশ দূষণের মাধ্যমে সর্বাধিক পরিমাণে উৎপাদ উৎপন্ন করা হয়। সর্বোত্তম এটম ইকোনমি ও সর্বনিম্ন ই-ফ্যাক্টর বজায় রাখার জন্য সবুজ রসায়নের মাধ্যমে কাঙ্খিত উৎপাদ উৎপন্ন করা হয়।

15. অম্লীয় বাফার দ্রবণ তৈরিতে দুর্বল অম্ল ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: শক্তিশালী ক্ষারের সাথে দুর্বল এসিড ও এর লবণ মিশ্রিত করে অম্লীয় বাফার প্রস্তুত করা হয়।

যেমন: এসিটিক এসিড (CH_3COOH) এবং সোডিয়াম এসিটেট দ্রবণের বাফার একটি অম্লীয় বাফার। এতে দুর্বল এসিড বেশি পরিমাণে থাকে এবং বিক্রিয়া শেষে এটি অবশিষ্ট থাকে। অম্লীয় বাফার দ্রবণে মৃদু এসিড থাকায়-

(i) এসিড যোগ করলে এসিড আয়নিত হয় না, ফলে pH মানের পরিবর্তন হয় না।

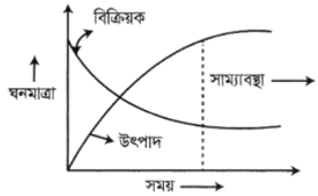
(ii) বাফার দ্রবণটিতে ক্ষার যোগ করলে যে OH^- আয়ন থাকে, তা এসিডে H^+ এর সাথে যুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করে।

16. উভমুখী বিক্রিয়া কখনো শেষ হয় না কেন? বা রাসায়নিক সাম্যাবস্থার গতিশীলতা ব্যাখ্যা কর? [RB'22,21,19; Din.B'22,21;DB'21; SB'21; BB'21; MB'21]

উত্তর: উভয়মুখী বিক্রিয়ায় সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার যখন সমান হয়, তখন বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থা অর্জন করে। এই সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াতে যে পরিমাণ বিক্রিয়ক ভেঙ্গে উৎপাদে পরিণত হয়, ঠিক একই পরিমাণ উৎপাদ ভেঙ্গে বিক্রিয়কে পরিণত হয়।

অর্থাৎ বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণ ঠিক থাকলেও এখানে রাসায়নিক পদার্থের ভাঙ্গা-গড়া অনবরত চলতে থাকে। তাই উভয়মুখী বিক্রিয়া শেষ হয় না।

উদাহরণ: $CaCO_3 \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} CaO + CO_2$ (বদ্ধ পাত্র)



17. $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়াটির উপর চাপের প্রভাব লেখ। [SB'22]

উত্তর: $\underset{1\,mol}{COCl_2(g)} \rightleftharpoons \underset{1\,mol}{CO(g)} + \underset{1\,mol}{Cl_2(g)}$

এই উভমুখী বিক্রিয়ায় উৎপাদ রয়েছে 1 mol এবং বিক্রিয়কের পরিমাণ 2 mol যেহেতু উৎপাদের মোলসংখ্যা বিক্রিয়কের মোলসংখ্যার তুলনায় বেশি তাই বিক্রিয়ায় চাপ বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়া পশ্চাৎমুখী হবে। আবার যদি বিক্রিয়ায় চাপ কমানো হয় তাহলে বিক্রিয়া সম্মুখমুখী হবে। যাতে বিক্রিয়ায় চাপের প্রভাব প্রশমিত হয় এবং বিক্রিয়া সাম্যাবস্থা অর্জন করে।

18. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়াটির K_c এর একক নির্ণয় কর। [SB'22]

উত্তর: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

এই বিক্রিয়া ক্ষেত্রে, $K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$

যদি বিক্রিয়ার ঘনমাত্রা $mol\,L^{-1}$ হয়, তবে, K_c এর একক হবে $mol\,L^{-1}$।

একক $(mol\,L^{-1})^{\Delta n}$ [$\Delta n = n$ উৎপাদ- N বিক্রিয়ক]

এখানে $\Delta n = 2 - 1 = 1$

$\therefore$ বিক্রিয়াটিতে K_c এর একক $mol\,L^{-1}$

19. অসওয়াল্ড-লঘুকরণ সূত্রটি গাণিতিক রূপসহ লেখ। [SB'22; Ctg.B'19]

উত্তর: ধরি HA একটি দুর্বল অম্ল-

	HA	⇌	H^+	+ A^-
প্রাথমিক মোল:	C		0	0
বিয়োজন:	$-\alpha C$		$+\alpha C$	$+\alpha C$

[$\alpha \rightarrow$ বিয়োজন মাত্রা, $C \rightarrow$ প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $K_a \rightarrow$ বিয়োজন ধ্রুবক]

সাম্যাবস্থায় মোল: $C - \alpha C$ $\quad \alpha C \quad \alpha C$

বিয়োজন ধ্রুবক $KCl = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$

বা, $Ka = \frac{\alpha C \times \alpha C}{(C - \alpha C)}$ বা, $Ka = \frac{\alpha^2 C^2}{(1-\alpha)C}$

বা, $Ka = \alpha^2 C$ $\quad [1 - \alpha \approx 1]$ বা, $\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{C}}$ এটি অসওয়াল্ড সূত্রের গাণিতিক প্রকাশ।

20. HF এবং HI এর মধ্যে কোনটি অধিক শক্তিশালী অম্ল— ব্যাখ্যা কর। [BB'22]

উত্তর: HF এবং HI এর মধ্যে HI যৌগটি অধিক শক্তিশালী অম্ল। কারণ HI এর বন্ধনদৈর্ঘ্য HF যৌগের বন্ধনদৈর্ঘ্যের তুলনায় বেশি। H এর নিউক্লিয়াস থেকে I এর নিউক্লিয়াসের দূরত্ব হলো HI এর বন্ধনদৈর্ঘ্য যা HF এর তুলনায় বেশি। বন্ধনদৈর্ঘ্য বেশি হলে HI যৌগ হতে HI এর মধ্যকার বন্ধন সহজে ভেঙ্গে H^+ আয়ন উৎপন্ন হয়। যেখানে HF যৌগের বন্ধন দৈর্ঘ্য ছোট হওয়ায় H^+ আয়ন উৎপন্ন হওয়া তুলনামূলক কঠিন।

21. $HClO_4$ ও $HBrO_4$ এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয়? ব্যাখ্যা কর। [JB'22; Din.B'17]

উত্তর: আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ মান বেশি সেটি ততো তীব্র। এখানে $HClO_4$ ও $HBrO_4$ উভয়েই অক্সি এসিড। উভয়ের কেন্দ্রীয় মৌল Cl ও Br এর জারণ মান +7 আবার আমরা জানি, কেন্দ্রীয় মৌলদ্বয়ের জারণ মান সমান হলে যার আকার ছোট হয় সেটি বেশি তীব্র হয়। কারণ আকারে ছোট হলে সেখানে চার্জ ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং সেটি ততো শক্তিশালী অম্ল হিসাবে কাজ করে।

এখানে Cl এর আকার Br অপেক্ষা ছোট। তাই $HBrO_4$ অপেক্ষা $HClO_4$ অধিক অম্লীয়।

22. PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্মী; এর কারণ ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্মী হওয়ার কারণ: PH_3 এবং NH_3 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় মৌল যথাক্রমে P এবং N। NH_3 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় মৌলের আকার PH_3 এর কেন্দ্রীয় মৌলের আকারের চেয়ে ছোট। যার ফলে NH_3 তুলনামূলকভাবে অম্লধর্মী হয়। অপরদিকে P এর আকার N এর থেকে বড় হওয়ায় NH_3, PH_3 অপেক্ষা অধিক ক্ষারধর্মী হয়।

23. "রক্ত হলো একটি বাফার দ্রবণ" - ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22; DB'19]

উত্তর: রক্তের pH নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়ায় কার্যকর থাকে সোডিয়াম বাইকার্বনেট-কার্বনিক এসিড বাফার সিস্টেম। কার্বনিক এসিডের বিয়োজন নিম্নরূপ:

$$H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

অম্লজাতীয় খাদ্য গ্রহণে বা রক্তে এসিড জাতীয় দ্রবণ শোষিত হলে তা নিম্নোক্ত বিক্রিয়া অনুসারে প্রশমিত হয়:

$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq)$, উৎপন্ন H_2CO_3 খুবই কম পরিমাণে বিয়োজিত হয় বলে রক্তের pH মান পরিবর্তন হয় না।

অপরদিকে রক্তে OH^- আয়ন বৃদ্ধি পেলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া ঘটে:

$OH^-(aq) + H_2CO_3(aq) \rightarrow HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$

24. পানির আয়নিক গুণফল থেকে কীরূপে pH স্কেল তৈরি করা হয়? **[MB'22]**

উত্তর: 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল:

$K_w = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ ধরা হয়।

$\therefore [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$

$\Rightarrow \log([H_3O^+] \times [OH^-]) = \log 10^{-14}$

$\Rightarrow \log[H_3O^+] + \log[OH^-] = -14$

$\Rightarrow -pH - pOH = -14 \quad \Rightarrow pH + pOH = 14$

$\therefore pH = 14 - pOH$

25. HF একটি দুর্বল এসিড – ব্যাখ্যা কর। **[DB'21]**

উত্তর: HF একটি দুর্বল এসিড। কেননা এটি পানিতে সম্পূর্ণভাবে বিয়োজিত হয় না। হাইড্রাসিডসমূহের মধ্যে HF সবচেয়ে দুর্বল এসিড এটি পানিকে H^+ দান করার পর F আয়ন গঠন করে যা একটি তীব্র ক্ষারক।

26. $HClO_4$ ও H_2SO_4 এর মধ্যে কোনটি তীব্র অম্ল – ব্যাখ্যা কর। **[Ctg.B'21]**

উত্তর: অক্সো এসিডের তীব্রতার ক্রম কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যার উপর নির্ভর করে। $HClO_4$ এ Cl এর জারণ সংখ্যা +7 এবং H_2SO_4 এ S এর জারণ সংখ্যা +6। তাই $HClO_4$, H_2SO_4 হতে তীব্রতর এসিড।

27. প্রশম জলীয় দ্রবণের pH মান 7 – কেন? **[Ctg.B'21]**

উত্তর: প্রশম জলীয় দ্রবণে সম পরিমাণ $[H_3O^+]$ ও $[OH^-]$ আয়ন থাকে। যেমন: 25°C তাপমাত্রায় $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ ও $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ হয়। তাই প্রশম জলীয় দ্রবণে pH এর মান $-\log_{10}(1 \times 10^{-7}) = 7$ হয়।

28. K_p এবং K_c এর মধ্যে একটি সাদৃশ্য ও একটি বৈসাদৃশ্য লিখ। **[Ctg.B'21]**

উত্তর: K_p এবং K_c উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক পরিমাপ করতে ব্যবহার করা হয়। K_c মোলার ঘনমাত্রার উপর নির্ভরশীল, অপরদিকে K_p আংশিক চাপের উপর নির্ভরশীল। K_p এর ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উপস্থিত মোট মোল সংখ্যা হিসাব করতে হয়; K_c এর ক্ষেত্রে তা হয় না।

29. ফরমিক এসিডের $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ বলতে কী বোঝ? **[BB'21]**

উত্তর: প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো অম্লের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে, তাকে ঐ অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক K_a বলে।

ফরমিক এসিডের $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ বলতে বোঝায় 1M ফরমিক এসিডের দ্রবণে H_3O^+ এর মোলার ঘনমাত্রা $\sqrt{1 \times 1.8 \times 10^{-4}}M = 0.0134M$ হয়।

$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+; [H_3O^+] = \sqrt{K_aC}$

30. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7 কেন? **[CB'21; MB'21; DB'18; SB'18; JB'18; Din.B'18]**

উত্তর: বিশুদ্ধ পানিতে $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ এবং $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$

$pH = -\log_{10}(1 \times 10^{-7}) = 7$

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH মান 7 হয়।

31. K_a এর মান বেশি হলে এসিডের শক্তি অধিক - ব্যাখ্যা কর। **[MB'21]**

উত্তর: আমরা জানি, এসিডের $K_{a(HA)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

(এখানে A যে কোনো অ্যানায়ন)

অর্থাৎ দ্রবণে স্থির আয়তনে H_3O^+ এর পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে K_a এর মান বৃদ্ধি পায়। আর আমরা জানি এসিডের শক্তিমাত্রা একক আয়তনে H_3O^+ আয়ন বৃদ্ধির সাথে সাথে বাড়ে। তাই K_a এর মান বেশি হলে এসিডের শক্তি অধিক।

32. Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী কেন? **[RB'19]**

উত্তর: $Na_2CO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2CO_3$

Na_2CO_3 জলীয় দ্রবণে সবল ক্ষার NaOH ও দুর্বল এসিড H_2CO_3 উৎপন্ন করে। দুর্বল এসিড হতে উৎপন্ন H^+ এর তুলনায় সবল ক্ষার হতে উৎপন্ন OH^- পরিমাণে বেশি। তাই দ্রবণে OH^- বেশি থাকায় দ্রবণ ক্ষারধর্মী হয়।

33. $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$, এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। **[BB'19]**

উত্তর: $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$

বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের গ্যাসীয় মোল সংখ্যা উৎপাদের গ্যাসীয় মোল সংখ্যা হতে কম। তাই চাপ বৃদ্ধিতে সাম্যাবস্থা বামে সরে আসে তথা বিক্রিয়া পশ্চাৎমুখী হয়। আর চাপ হ্রাসে বিক্রিয়া সম্মুখগামী হয়।

34. পানি একটি উভধর্মী পদার্থ-ব্যাখ্যা কর। **[CB'19; Din.B'19]**

উত্তর: লুইস মতবাদ অনুসারে পানি প্রোটন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয়ই করতে পারে, তাই পানি উভধর্মী পদার্থ।

$\underset{\text{ক্ষার}}{H_2O} + \underset{\text{এসিড}}{HCl} \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ (ক্ষার হিসেবে)

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ (এসিড হিসেবে)

35. ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। **[Din.B'19]**

উত্তর: ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে, কোনো বিক্রিয়ার গতি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $A + B \rightleftharpoons AB$; কোনো বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সম্মুখ বিক্রিয়ার হার, $R_f \propto [A] \times [B]$ । এখানে, ঘনমাত্রার সাথে বিক্রিয়ার হারের সমানুপাতিক সর্ম্পক বিদ্যমান থাকায় ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়।

Zahid Sir

36. **H_3PO_4 এবং H_3AsO_4 এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয় এবং কেন?** **[Din.B'19]**

উত্তর: H_3PO_4 এবং H_3AsO_4 উভয় অক্সি এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা সমান। কিন্তু এদের মধ্যে H_3PO_4 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু P এর আকার, H_3AsO_4 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু As এর আকার অপেক্ষা ছোট বিধায় As পরমাণুর তুলনায় P পরমাণুর চার্জ ঘনত্ব অধিক হয়। তাই H_3PO_4, H_3AsO_4 অপেক্ষা অধিক অম্লীয়।

37. **রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলতে কী বুঝায়?** **[RB'17]**

উত্তর: প্রকৃতিতে সকল বিক্রিয়ায় উভমুখী। অর্থাৎ প্রত্যেকটি বিক্রিয়া-ই দুই দিকে চলমান। তবে অধিকাংশ বিক্রিয়ার সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগের চেয়ে অনেক বেশি হয় বলে আমাদের কাছে বিক্রিয়াগুলি একমুখী মনে হয়। কিন্তু কিছু কিছু বিক্রিয়ায় সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার বেগ ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার বেগ সমান হয় আর এ অবস্থাকে বলা হয় রাসায়নিক সাম্যাবস্থা। অর্থাৎ যে অবস্থায় সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ ও পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগ সমান হয় তাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

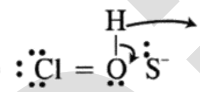
38. **ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়া হার বৃদ্ধি পায় কেন?** **[Ctg.B'17]**

উত্তর: ধরা যাক, কোন বিক্রিয়া $A + B \leftrightharpoons C + D$

ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে অণুসমূহের মধ্যে সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় যার ফলে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়। আর তাছাড়া ঘনমাত্রার সাথে বিক্রিয়ার হার নিম্নোক্তভাবে নির্ভরশীল। বিক্রিয়ার হার $= -\frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{\Delta D}{\Delta t}$

39. **HOCl একটি এসিড–ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'17]**

উত্তর: HOCl একটি এসিড কেননা এর গাঠনিক সংকেত হতে পাই,



এখানে O, H এর ইলেকট্রনকে নিজের দিকে টেনে নিয়ে জলীয় দ্রবণে H^+ দান করে তাই HOCl একটি এসিড।

যেমন: E (এনজাইম) + R (বিক্রিয়ক) → (E ....R) অন্তর্বর্তী অবস্থা → E (এনজাইম) + P (উৎপাদ)

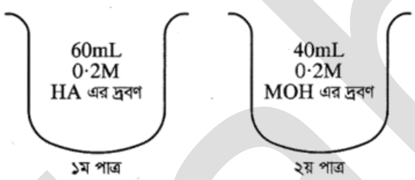
40. **অ্যাটম ইকোনমি বলতে কী বুঝ?** **[JB'17]**

উত্তর: একটি বিক্রিয়ায় কি পরিমাণ বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয় তা বিক্রিয়ার গড় উৎপাদন মাত্রার সমান নয় বরং বিক্রিয়কের কি পরিমাণ উৎপাদে রূপান্তরিত হয় তা হলো বিক্রিয়ার মূল উৎপাদন হার। অর্থাৎ অ্যাটম ইকোনমির মূল কথা হলো উপজাত তৈরি না করে সর্বোচ্চ সংখ্যক বিক্রিয়ককে উৎপাদে পরিণত করা।

$$\text{অ্যাটম ইকোনমি } \% = \frac{\text{ইপ্সিত উৎপাদের পরমাণুসমূহের ভর}}{\text{বিক্রিয়ক পরমাণুসমূহের ভর}} \times 100\%$$

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **[DB'23]**



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

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

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

উত্তর

গ. উদ্দীপকের ১ম পাত্রের এসিড অর্থাৎ HA একটি জৈব এসিড যার $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ অর্থাৎ এটি একটি দুর্বল এসিড। সুতরাং এটি জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হতে পারে না।

$$\underset{(1-\alpha)C}{HA\ (aq)} \rightleftharpoons \underset{\alpha C}{H^+(aq)} + \underset{\alpha C}{A^-(aq)}$$

$K_a = \frac{[H^+]\times[A^-]}{[HA]} = \frac{\alpha C \times \alpha C}{(1-\alpha)C} = \frac{\alpha^2 C}{(1-\alpha)} = \alpha^2 C$ [α এর মান নগণ্য হওয়ায় $1 - \alpha = 1$]

এখন,

$K_a = \alpha^2 C; \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-4}}{0.2}} = 0.03$

$[H^+] = \alpha C = 0.03 \times 0.2 = 6 \times 10^{-3}$ M

আমরা জানি,

$pH = -\log[H^+] = -\log[6.5 \times 10^{-3}] = 2.221$

সুতরাং উদ্দীপকের ১ম পাত্রের দ্রবণের pH=2.221

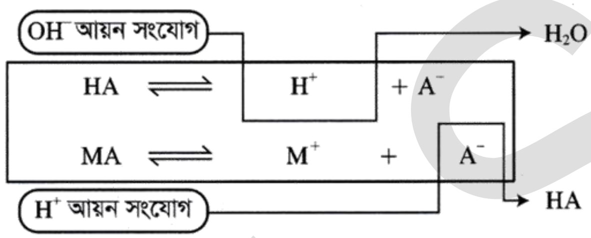
ঘ. উদ্দীপকের ১ম ও ২য় পাত্র মিশ্রিত করার পর সংঘটিত বিক্রিয়া:

$$\underset{60\text{mL } 0.2\text{M}}{HA} + \underset{40\text{ mL } 0.2\text{ M}}{MOH} \longrightarrow \underset{40\text{ mL } 0.2\text{ M}}{MA} + H_2O$$

মিশ্রণে $30 \times 10^{-3} \times 0.1$ mol MOH বিক্রিয়া করবে $30 \times 10^{-3} \times 0.1$ mol HA এর সাথে,

সুতরাং মিশ্রণে অবশিষ্ট থাকবে $HA = (60 \times 10^{-3} \times 0.2 - 40 \times 10^{-3} \times 0.2) = 4 \times 10^{-3}$। অতএব মিশ্রণের দ্রবণটি অম্লীয় বাফার হবে।

যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ সবল এসিড বা ক্ষার দ্রবণ যোগ করার পরও দ্রবণের pH এর মান বিশেষ পরিবর্তন হয় না, প্রায় স্থির থাকে তাকে বাফার দ্রবণ বলে। অর্থাৎ বাফার দ্রবণের pH অপরিবর্তিত রাখার ক্ষমতা রয়েছে।



সামান্য পরিমাণ H^+ আয়ন বাফার দ্রবণে যোগ করা হয় তখন প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে HA এসিড তৈরি করে একইভাবে OH^- আয়ন যোগ করলে সেটি H^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে H_2O উৎপন্ন করে। সুতরাং ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে বাফার দ্রবণের আন্তঃক্রিয়ার ফলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH এর মান বিশেষ পরিবর্তিত হয় না।

02. **$A(g) \rightleftharpoons B(g) + Z(g)$ + তাপ; এখানে $K_p = 1$ atm.** **[DB'23]**

(গ) **উদ্দীপক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় 20% বিক্রিয়ক বিয়োজিত হলে প্রয়োজনীয় চাপের মান নির্ণয় কর।**

(ঘ) **উদ্দীপক বিক্রিয়াটিতে অধিক উৎপাদ প্রাপ্তির জন্য কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে তা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।**

উত্তর

গ. $A(g) \rightleftharpoons B(g) + Z(g)$ + তাপ; $K_p = 1$ atm

প্রাথমিক অবস্থায়: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha$ α α

মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha$

A এর আংশিক চাপ $P_A = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$ atm [আংশিক চাপ = মোল ভগ্নাংশ × মোট চাপ]

B এর আংশিক চাপ $P_B = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P$ atm

Z এর আংশিক চাপ $P_Z = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P$ atm

$$K_p = \frac{P_B \times P_Z}{P_A} = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha}P \times \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P$$

$\Rightarrow \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P = 1$

$\Rightarrow \frac{(0.2)^2}{1-(0.2)^2} \times P = 1$ [$\because \alpha = 0.2$]

$\Rightarrow P = 24$ atm

সুতরাং উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় 20% বিক্রিয়ক বিয়োজিত হলে প্রয়োজনীয় চাপ 24 atm.

Zahid Sir

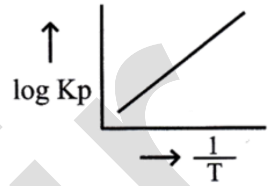
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি,

$A(g) \rightleftharpoons B(g) + Z(g) +$ তাপ

অধিক উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ:

তাপমাত্রা হ্রাস: উক্ত বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাবজনিত ভ্যান্ট হফের সমীকরণ থেকে পাই-

$$\log K_p = \left(\frac{-\Delta H}{2.303\,R}\right)\frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$



তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH ঋণাত্মক হওয়ায় $\log K_p$ বনাম $\frac{1}{T}$ লেখ হবে-

এখানে তাপমাত্রা, T হ্রাস করলে সাম্যধ্রুবক K_p এর মান বৃদ্ধির দরুন উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

চাপ কমাতে হবে: উপরোক্ত বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের মোল সংখ্যা বেশি। ফলে চাপ হ্রাস করলে বিক্রিয়া সম্মুখদিকে সংঘটিত হবে এবং উৎপাদের পরিমাণ বাড়বে।

বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়াতে হবে: সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা সামনের দিকে এগিয়ে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

উপরোক্ত শর্তগুলোর সাহায্যে উক্ত বিক্রিয়ার অধিক উৎপাদ পাওয়া সম্ভব।

03. **[RB'23]**

১নং পাত্র	২নং পাত্র
HCOOH pKa=3.8 100 mL 0.1 M দ্রবণ	HCOONa 50 mL 0.2 M দ্রবণ

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

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

উত্তর

গ. ১নং পাত্রের দ্রবণের বিয়োজন:

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

প্রাথমিক ঘনমাত্রা: $C \quad 0 \quad 0$

সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা: $C - \alpha C \quad \alpha C \quad \alpha C$

এখানে,

$K_a = \frac{[HCOO^-][H^+]}{[HCOOH]} = \frac{\alpha C.\alpha C}{C - \alpha C} = \frac{\alpha^2 C^2}{C(1-\alpha)}$

$K_a = \alpha^2 C$ | α এর মান ক্ষুদ্র হওয়ায় $1 - \alpha \approx 1$

$-\log(K_a) = -\log(\alpha^2 C)$

$pK_a = -\log \alpha^2 C$

$-pK_a = \log(\alpha^2 C)$

$\Rightarrow \alpha^2 C = 10^{-pK_a} \Rightarrow \alpha^2 = \frac{10^{-pK_a}}{C}$ | $pK_a = 3.8$, $C = 0.1$

$\Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{10^{-pK_a}}{C}} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{10^{-3.8}}{0.1}}$

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 0.03981$

$\therefore$ নির্ণেয় বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 0.03981$ বা 3.98%

Zahid Sir

ঘ. ১নং এবং ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে HCOOH এবং HCOONa এর বিয়োজনের নিম্নরূপ:

$$HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+$$
$$HCOONa \Rightarrow HCOO^- + Na^+$$

এটি একটি বাফার দ্রবণ (এসিডিক) এবং দ্রবণে $HCOO^-, H^+$ এবং Na^+ আয়ন বিদ্যমান।

সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড যোগে: H^+ আয়নটি $HCOO^-$ এর সাথে যুক্ত হয়ে সম সংখ্যক অআয়নিত HCOOH উৎপন্ন করে। ফলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি না পাওয়ায় pH এর কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

$$H^+ + HCOO^- \longrightarrow \underset{\text{(অআয়নিত)}}{HCOOH}$$

সামান্য পরিমাণ ক্ষার যোগে: ক্ষারের OH^- আয়নটি H^+ এর সাথে যুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করে এবং H^+ আয়নের পরিমাণ দ্রবণ থেকে হ্রাস পায়। উক্ত ঘাটতি পূরণে HCOOH বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা ধ্রুব থাকে এবং pH অপরিবর্তীত রাখে।

$$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$$
$$HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+$$

04. $\mathbf{A_2(g) + 3B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_3(g) + 92.4\ kJ/mol.}$ **[RB'23; Ctg.B'23; SB'23]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

(ঘ) শিল্পক্ষেত্রে $AB_3(g)$ এর সর্বোচ্চ উৎপাদন পেতে শর্তসমূহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ.

	$A_2(g)$	+	$3B_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2AB_3(g) + 92.4\ kJmol^{-1}$
প্রাথমিক মোলসংখ্যা:	1		3		0
সাম্যাবস্থায় মোলসংখ্যা:	$1-x$		$3-3x$		$2x$

সাম্যাবস্থায় মোট মোল: $1 - x + 3 - 3x + 2x = 4 - 2x$

$P_{AB_3} = \frac{n_{AB_3}}{n} \times P = \frac{2x}{4-2x} \times P$

$P_{A_2} = \frac{n_{A_2}}{n} \times P = \frac{1-x}{4-2x} \times P$

$P_{B_2} = \frac{n_{B_2}}{n} \times P = \frac{3-3x}{4-2x} \times P$

$K_p = \frac{P^2_{AB_3}}{P_{A_2} \times P^3_{B_2}} = \frac{\left(\frac{2x}{4-2x} \times P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x} \times P\right) \times \left(\frac{3-3x}{4-2x} \times P\right)^3} = \frac{4x^2 \times P^2 \times (4-2x)^2}{(1-x) \times 27(1-x)^3 \times P^4}$

$K_p = \frac{4x^2(4-2x)^2}{27\,(1-x)^4 P^2}$

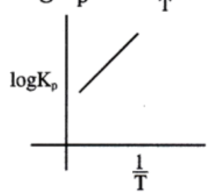
ঘ. AB_3 যৌগের শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ হলো-

তাপমাত্রা হ্রাস করতে হবে:

উক্ত বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাবজনিত ভ্যান্ট-হফের সমীকরণ থেকে পাই-

$\log K_p = \left(\frac{-\Delta H}{2.303R}\right)\frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH ঋণাত্মক হওয়ায় $\log K_p$ বনাম $\frac{1}{T}$ লেখ হবে-



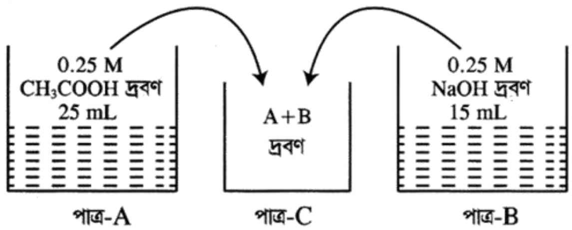
এখানে তাপমাত্রা, (T) হ্রাস করলে সাম্যধ্রুবক K_p এর মান বৃদ্ধির দরুন উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

চাপ বাড়াতে হবে: অ্যামোনিয়া সংশ্লেণের ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের মোল সংখ্যা কম। ফলে চাপ বাড়ালে বেশি পরিমাণে বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদন বৃদ্ধি করবে।

বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়াতে হবে: সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা সামনের দিকে এগিয়ে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি করবে। অপরদিকে উৎপাদের ঘনমাত্রা কমানোর মাধ্যমেও উৎপাদন বাড়ানো যায়।

Zahid Sir

05. **[Ctg.B'23]**



[CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]

(গ) A- পাত্রের দ্রবণের pH গণনা কর।

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

উত্তর

গ. A পাত্রের দ্রবণের CH_3COOH এর বিয়োজন;

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

প্রাথমিক ঘনমাত্রা: C 0 0

সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা: $C - \alpha C$ αC αC

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{\alpha C \times \alpha C}{C - \alpha C} = \frac{\alpha^2 C^2}{C(1-\alpha)} \; [1 - \alpha \approx 1]$$

$$K_a = \alpha^2 C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(\alpha C)$$

$$= -\log(\sqrt{K_a \times C}) = -\log(\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.25}); \quad pH = 2.6734$$

ঘ. এখানে, দুর্বল এসিড CH_3COOH এর মোল সংখ্যা $= 0.25 \times 25 \times 10^{-3} = 6.25 \times 10^{-3}$ mol

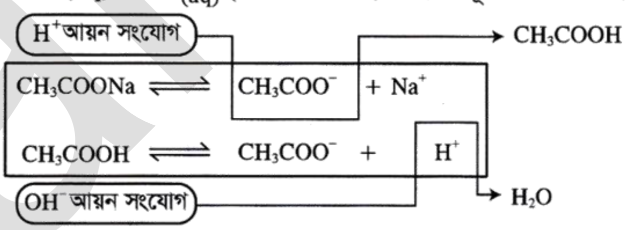
সবল ক্ষার NaOH মোল সংখ্যা $= 0.25 \times 15 \times 10^{-3} = 3.75 \times 10^{-3}$ mol

যেহেতু, দুর্বল এসিডের মোল সংখ্যা > সবল ক্ষারের মোল সংখ্যা

তাই এটি একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ। এ বাফার দ্রবণের উপাদানদ্বয় নিম্নরূপে বিয়োজিত থাকে।

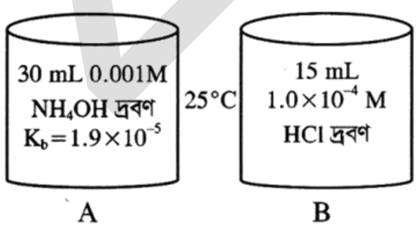
$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+_{(aq)}$ (মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়)।

$CH_3COONa\ (aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+_{(aq)}$ (আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়)।



C-পাত্রের দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর বিশেষ পরিবর্তন ঘটবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ 03 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

06. **[SB'23]**



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

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

Zahid Sir

উত্তর

গ. এখানে, $K_b = 1.9 \times 10^{-5}$ ঘনমাত্রা, $C = 0.001$ M

$pOH = -\log(\sqrt{K_b \times C})$

$= -\log(\sqrt{1.9 \times 10^{-5} \times 0.001}) = 3.8606$

$pH = 14 - pOH = 14 - 3.8606 = 10.1393$

ঘ. উদ্দীপকে, সবল অম্লের মোল সংখ্যা $= (15 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-4})$ mole

$= 1.5 \times 10^{-6}$ mole

দুর্বল ক্ষারের মোল সংখ্যা $= 0.001 \times 30 \times 10^{-3}$ mole

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

যেহেতু দুর্বল ক্ষারের মোল সংখ্যা বেশি তাই এটি ক্ষারীয় বাফার হিসেবে কাজ করে।

দ্রবণে উপাদান দুটির বিয়োজন নিম্নরূপ:

$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) উৎপন্ন করে। NH_4OH দুর্বল ক্ষার বিধায় এটি সামান্য পরিমাণে আয়নিত হয় এবং সাম্যাবস্থায় অবস্থান করে। অপরদিকে NH_4Cl জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত হয় এবং NH_4^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে। এই যে উভয় যৌগের বিয়োজনে উৎপন্ন NH_4^+ আয়নটি উভমুখী সাম্যাবস্থাকে প্রভাবিত করে এবং এর ফলে NH_4^+ ও OH^- আয়ন মিলিত হয়ে NH_4OH উৎপন্ন করে এবং একটি নির্দিষ্ট pH মান প্রদর্শন করে।

(i) সামান্য পরিমাণ এসিড যোগ:

NH_4OH একটি দুর্বল ক্ষার হওয়ায় দ্রবণে সামান্য আয়নিত হয়। বেশিরভাগই অআয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এই বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ আয়ন যোগ করা হয়, তখন দ্রবণের সংযুক্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান OH^- আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অবিয়োজিত পানির অণু গঠন করে।

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$
$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

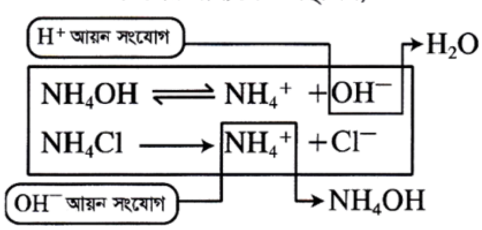
তখন অবিয়োজিত NH_4OH তার সাম্যাবস্থা বজায় রাখার জন্য কিছুটা বিয়োজিত হয় এবং দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত রাখে। ফলে দ্রবণের pH এর মান স্থির থাকে। সহজভাবে বলতে গেলে, ক্ষারীয় বাফারে বাইরে থেকে অতিরিক্ত এসিড অর্থাৎ H^+ যোগ করলে, তা OH^- এর সাথে যুক্ত হয়ে অবিয়োজিত H_2O তৈরি করে। ফলে দ্রবণে OH^- এর পরিমাণ কমে যাবে। ফলে OH^- এর ঘাটতি পূরণের জন্য NH_4OH মৃদু ক্ষারের বিয়োজনের মাধ্যমে দ্রবণে OH^- আয়নের ঘাটতি পূরণ হয়।

(ii) সামান্য পরিমাণ ক্ষার যোগ:

ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন যোগ করা হয়, তখন সংযুক্ত OH^- আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান ক্ষারের NH_4^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অতি মৃদু NH_4OH ক্ষার উৎপন্ন করে।

$$OH^-(aq) + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$

চিত্রের মাধ্যমে উপস্থাপন,



Zahid Sir

07. [BB'23]

X–পাত্র	Y–পাত্র	Z–পাত্র
HA 200 ml 0.1M	$M(OH)_3$ 50 ml 0.1M	HD 100 ml 0.1M
$K_a(HA) = 1.76 \times 10^{-6}$	তীব্র ক্ষার	$K_a(HD) = 1.8 \times 10^{-5}$

D = x + y
E = y + z

(গ) X -পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব কর।

(ঘ) D ও E-এর মধ্যে কোনটি বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকে, এসিডটির $K_a = 1.76 \times 10^{-6}$

ঘনমাত্রা, C = 0.1 M

$\therefore pH = -\log(H^+) = -\log(\sqrt{K_a \times C})$

$= -\log(\sqrt{1.76 \times 10^{-6} \times 0.1}) = 3.377$

ঘ. আমরা জানি, কোনো দ্রবণ অম্লীয় বাফার হিসেবে কাজ করতে হলে দুর্বল অম্লের মোল সংখ্যা, সবল ক্ষারের মোল সংখ্যা থেকে বেশি হতে হবে তাহলে D এর ক্ষেত্রে:

X পাত্রে অম্লের মোল সংখ্যা, $n_{HA} = (0.2 \times 0.1 \times 1) = 0.02$ mole [ক্ষারকত্ব মাত্রা 1 বলে]

Y পাত্রে ক্ষারের মোল সংখ্যা, $n_{M(OH)_3} = 50 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 3 = 0.015$ mole [অম্লত্ব 3 বলে]

যেহেতু $n_{HA} > n_{M(OH)_3}$ তাই এটি বাফার হিসেবে কাজ করবে ।

অন্যদিকে E এর ক্ষেত্রে, $n_{M(OH)_3} = 0.015$ mole

$n_{HD} = (0.1 \times 0.1)$mole $= 0.01$ mole [শক্তিমাত্রা 1 বলে]

যেহেতু, $n_{HD} < n_{M(OH)_3}$ এটি বাফার হিসেবে কাজ করে না।

08. **(i) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) +$ তাপ** [BB'23]

(ii) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) - 43.0$ kCal

(গ) 400°C তাপমাত্রায় ও 10 atm চাপে সাম্যাবস্থায় (i) নং বিক্রিয়ায় 3.85% NH_3 থাকলে K_p নির্ণয় কর।

(ঘ) (i) নং ও (ii) নং বিক্রিয়ার উৎপাদ বৃদ্ধির শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

ধরি, সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা = 100 mole

NH_3 মোল সংখ্যা = 3.85

বাকি মোল সংখ্যা = 100 − 3.85 = 96.15 mole

ধরি, N_2 এর মোল সংখ্যা = x mole

H_2 এর মোল সংখ্যা 3x mole

তাহলে, 4x = 96.15 mole ⇒ x = 24.0375 mole

$$\therefore K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2} \times (P_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{3.85}{100} \times 10\right)^2}{\left(\frac{24.0375}{100} \times 10\right) \times \left(\frac{3 \times 24.0375}{100} \times 10\right)^3} = 1.64437 \times 10^{-4}\ atm^{-2}$$

ঘ. প্রশ্নোক্ত বিক্রিয়াটি,

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3;\ \Delta H = -92.2kJ$

NH_3 যৌগের শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ হলো- **04** নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

(ii) নং বিক্রিয়াটি তাপহারী, তাই উচ্চ তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থা ডানে সরে যাবে অর্থাৎ উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা সমান হওয়ায় বিক্রিয়ায় চাপের কোনো প্রভাব নেই । আর বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে উৎপাদ বাড়বে।

Zahid Sir

09. **$0.5L$ আয়তনের একটি ফ্লাস্কে $0.105mol\ PCl_5, 0.045mol\ Cl_2$ এবং $0.045\ mol\ PCl_3$ মিশ্রিত করা হলো। $25°C$ তাপমাত্রায় $PCl_5\ (g) \rightarrow PCl_3 + Cl_2(g)$; বিক্রিয়ার $K_C = 4.2 \times 10^{-2}\ mol/L$** **[BB'23]**

(গ) সাম্যমিশ্রণে PCl_5 এর ঘনমাত্রা $0.2065mol/L$ হলে অন্য দুটি উপাদানের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি কোন দিকে অগ্রসর হবে? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের PCl_5 এর ঘনমাত্রা $= 0.2065\ mol\backslash L^{-1}$

পাত্রের আয়তন $= 0.5\ L$

$\therefore PCl_5$ এর মোল সংখ্যা $= 0.2065 \times 0.5 = 0.10325$ mole

হ্রাস প্রাপ্ত PCl_5 এর মোল $= (0.105 - 0.10325)$ mole $= 1.75 \times 10^{-3}$ mole

তাই PCl_3 ও Cl_2 এর মোল সংখ্যা বাড়বে, সাম্যাবস্থায় এদের ঘনমাত্রা সমান হবে।

PCl_3 মোল সংখ্যা হবে $= (0.045 + 1.75 \times 10^{-3})$ mole $= 0.04675$ mole

$\therefore PCl_3$ এর ঘনমাত্রা $= \frac{0.04675}{0.5}$ M $= 0.0935$ M

Cl_2 এর মোল সংখ্যা $= 0.04675$, ঘনমাত্রা $= 0.0935$ M

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

0.105 0.045 0.045

$$Q_C = \frac{[Cl_2][PCl_3]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{\left(\frac{0.045}{0.5}\right)^2}{\left(\frac{0.105}{0.5}\right)} = 0.03857M < K_c$$

$\therefore$ বিক্রিয়াটি সম্মুখ দিকে অগ্রসর হবে।

10. **$25°C$ তাপমাত্রায় $1\ L$ পাত্রে একটি বিয়োজন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:** **[JB'23]**

$X(g) \rightleftharpoons 2Y(g)$ X-এর বিয়োজন মাত্রা 40%

(গ) বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক K_P এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) বিক্রিয়া পাত্রের আয়তন দ্বিগুণ বা অর্ধেক করলে বিয়োজনমাত্রা পরিবর্তিত হয় কী না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি,

	$X(g)$	$\rightleftharpoons$	$2Y(g)$
বিক্রিয়ার শুরুতে:	1		0
সাম্যাবস্থায়:	$1 - \alpha$		2α

$$K_c = \frac{[Y]^2}{X} = \frac{\left[\frac{2\alpha}{V}\right]^2}{\frac{1-\alpha}{V}}$$

$$= \frac{\left(\frac{2\times0.4}{1}\right)^2}{\frac{1-0.4}{1}} = 1.0667\ molL^{-1}$$

আবার, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$\Rightarrow K_p = 1.0667(0.0821 \times 298)^{2-1} = 26.0968$ atm

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি,

$$X(g) \rightleftharpoons 2Y(g)$$

বিক্রিয়ার শুরুতে: 1 $\quad$ 0

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha$ $\quad$ 2α

$$K_c = \frac{[Y]^2}{[X]} = \frac{\left[\frac{2\alpha}{V}\right]^2}{\frac{1-\alpha}{V}} = \frac{4\alpha^2}{V^2} \times \frac{V}{1-\alpha} = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

পাত্রের আয়তন দ্বিগুণ করলে,

$$K_c = \frac{4\alpha_1^2}{(1-\alpha_1)\times V} \Rightarrow 1.0667 = \frac{4\alpha_1^2}{(1-\alpha_1)\times 2}$$

$$\Rightarrow 1-\alpha_1 = 1.875\alpha_1^2 \Rightarrow 1.875\alpha_1^2 + \alpha_1 - 1 = 0$$

সামাধান করে, $\alpha_1 = 0.51, \alpha \neq -1.04$ [যেহেতু α ঋণাত্মক হতে পারে না]

পাত্রের আয়তন অর্ধেক করলে,

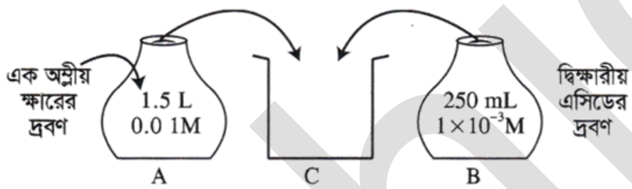
$$K_c = \frac{4\alpha_2^2}{(1-\alpha_2)V} \Rightarrow 1.0667 = \frac{4\alpha_2^2}{(1-\alpha_2)\times 0.5}$$

$$\Rightarrow 1-\alpha_2 = 7.5\alpha_2^2 \Rightarrow 7.5\alpha_2^2 + \alpha_2 - 1 = 0$$

সমাধান করে $\alpha_2 = 0.30, \alpha \neq 0.43785$ [α ঋণাত্মক হতে পারে না]

যেহেতু $\alpha \neq \alpha_1 \neq \alpha_2$ সুতরাং বিক্রিয়া পাত্রের আয়তন দ্বিগুণ বা অর্ধেক করলে বিয়োজনমাত্রা উভয়ক্ষেত্রে পরিবর্তিত হবে।

11. **[JB'23]**



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

(গ) **'A'** পাত্রের দ্রবণে $\mathbf{H^+}$ এর ঘনমাত্রা হিসাব কর ।

(ঘ) **'C'** পাত্রের মিশ্রণটি **pH** পরিবর্তনে বাধা সৃষ্টি করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের ক্ষারীয় দ্রবণে বিয়োজনের পরিমাণ খুবই কম

সুতরাং এটি দুর্বল ক্ষার। যার $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$।

আমরা জানি,

$$K_b = \alpha^2 C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{0.01}} = 0.0424$$

$$[OH^-] = \alpha C = 0.0424 \times 0.01 = 4.242 \times 10^{-4}\ M$$

আবার,

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

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{4.242\times10^{-4}} = 2.36 \times 10^{-11}\ M$$

সুতরাং 'A' পাত্রের দ্রবণে H^+ এর ঘনমাত্রা 2.36×10^{-11} M

Zahid Sir

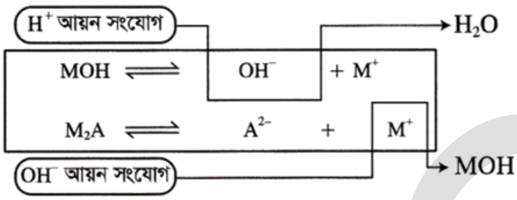
ঘ. A পাত্র ও B পাত্র মিশ্রিত করার পর সংঘটিত বিক্রিয়া

$\underset{250\ mL, 1\times10^{-3}\ M}{H_2A} + \underset{1.5L, 0.01L}{2MOH} \rightarrow M_2A + 2H_2O$ [ধরি এক অম্লীয় ক্ষার MOH দ্বিক্ষারীয় এসিড H_2A]

0.25×10^{-3} mol H_2A বিক্রিয়া করে $2 \times 0.25 \times 10^{-3}$ mol MOH এর সাথে 0.25×10^{-3} mol M_2A লবণ তৈরি করে।

বিক্রিয়া পাত্রে MOH অবশিষ্ট থাকে $= (1.5 \times 0.01 - 0.25 \times 10^{-3} \times) = 0.0145$ mole

যেহেতু দ্রবণে দুর্বল ক্ষার অবশিষ্ট রয়েছে সুতরাং দ্রবণটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ হবে।



অতএব দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার হিসেবে H^+ আয়ন অথবা OH^- আয়ন এর যেকোনো একটি যোগ করা হোক না কোনো তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোনো ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা অর্থাৎ pH এর মান পরিবর্তন হয় না।

12. **$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve.$** **[CB'23]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এবং K_c এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপ ও তাপমাত্রার প্রভাব কার্যকর হবে কিনা? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি: $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$

বিক্রিয়কে গ্যাসীয় অবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1 + 3)$mole $= 4$ mole

উৎপাদের গ্যাসীয় অবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= 2$ mole

Δn =উৎপাদের মোল সংখ্যা – বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা

$= 2 - 4 = -2$ mole

আমরা জানি, $K_p = K_c \times (RT)^{\Delta n}$

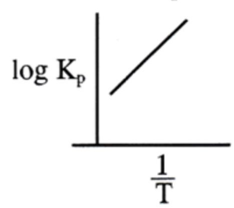
$\Rightarrow K_p = K_c \times (RT)^{-2}$

ঘ. যেহেতু ΔH এর মান ঋণাত্মক তাই বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপ ও তাপমাত্রার প্রভাব:

উক্ত বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাবজনিত ভ্যান্ট-হফের সমীকরণ থেকে পাই-

$\log K_p = \left(\frac{-\Delta H}{2.303R}\right)\frac{1}{T} +$ ধ্রুবক

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH ঋণাত্মক হওয়ায় $\log K_p$ বনাম $\frac{1}{T}$ লেখ হবে-

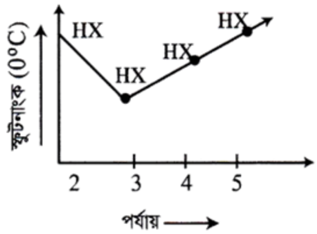


এখানে তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যধ্রুবক K_p এর মান বৃদ্ধির দরুন উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে। আর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে উৎপাদন হ্রাস পাবে।

চাপের প্রভাব: AB_3 সংশ্লেষণের ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের মোল সংখ্যা কম। ফলে চাপ বাড়ালে বেশি পরিমাণে বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদন বৃদ্ধি করবে এবং চাপ কমালে উৎপাদন হ্রাস পাবে।

Zahid Sir

13. **বিভিন্ন পর্যায়ের হ্যালোজেনসমূহের হাইড্রাইড বনাম তাদের স্ফুটনাংকের একটি লেখচিত্র নিচে দেখানো হলো:** **[CB'23]**
[X= হ্যালোজেন]

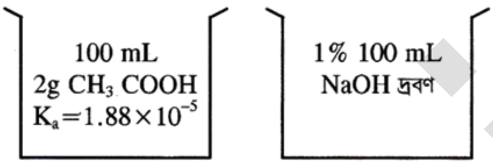


(গ) উদ্দীপকের হাইড্রাইডগুলোর জলীয় দ্রবণে প্রোটন উৎপন্ন করার প্রবণতা ব্যাখ্যা কর ।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের হাইড্রাইডগুলো যথাক্রমে HF, HCl, HBr, HI। এগুলো হলো হাইড্রাসিড। হাইড্রাসিডের অম্লধর্মের তীব্রতা এদের অণুপস্থিত ঋণাত্মক আয়নের আকারের উপর নির্ভর করে। ঋণাত্মক আয়নের আকার যতো বড় হয় ততো সহজে H^+ আয়ন অর্থাৎ প্রোটন মুক্ত হতে পারে ফলে অণুর বিয়োজন বেশি হয় এর কারণে এসিডের তীব্রতাও বৃদ্ধি পায়।
আমরা জানি, পর্যায় সারণিতে উপর থেকে নিচে গেলে মৌলের আকার বৃদ্ধি পায়। তাহলে গ্রুপ−17 এর F, Cl, Br, I এর আকারের ক্রম হবে $F < Cl < Br < I$.
একইভাবে এদের আয়নের আকারের ক্রম হবে $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$
তাহলে এসিডসমূহের সক্রিয়তার ক্রম হবে $HF < HCl < HBr < HI$

14. **[CB'23]**



A-পাত্র **B-পাত্র**

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

উত্তর

গ. উদ্দীপকের CH_3COOH একটি দুর্বল অম্ল:

$C_{CH_3COOH} = \frac{\text{মোল সংখ্যা}}{\text{আয়তন (L)}}$
$= \frac{2 \div 60}{0.1} = 0.333$ M

CH_3COOH এর আণবিক ভর= $12 + 3 + 12 + 32 + 1$
$= 60$

∴ H^+ আয়নের ঘনমাত্রা= $\sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.88 \times 10^{-5} \times 0.333} = 2.503 \times 10^{-3}$
তাহলে $pH = -\log(H^+) = -\log(2.503 \times 10^{-3}) = 2.601$

ঘ. উদ্দীপকের CH_3COOH এর মোল সংখ্যা= $\frac{w}{M} = \frac{2}{60} = 0.0333$ mol
অপরপক্ষে, 1% NaOH মানে, 100 mL দ্রবণে NaOH = 1g
∴ NaOH এর মোল সংখ্যা = $\frac{1}{40} = 0.025$ mole
∴ দুর্বল অম্লের মোল সংখ্যা > তীব্র ক্ষারের মোল সংখ্যা
তাই এটি একটি অম্লীয় বাফার,
এ বাফার দ্রবণের উপাদানদ্বয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ে থাকে:
$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$ (মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়।)
$CH_3COONa(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$ (আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়।)

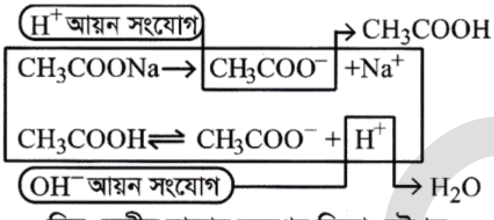
Zahid Sir

অল্প মাত্রায় ক্ষার (OH^-) সংযোগ: সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন এ বাফার দ্রবণটিতে যোগ করলে প্রদত্ত OH^- আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পানি অণু (H_2O) সৃষ্টি করে। তখন এসিডের সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন তৈরি করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের অভাব পূরণ করে।

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

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

অতএব, দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ OH^- আয়ন এর যে কোনো একটি যোগ করা হোক না কেন, তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃ ক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোন ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH এর মান বিশেষ পরিবর্তিত হয় না।



চিত্র: অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল

15. $(NH_4)_2SO_4 + CaO \xrightarrow{\Delta} X$ **(গ্যাস) + অন্যান্য** **[Din.B'23]**

X (গ্যাস) $+ H_2O \rightarrow Q$

(ঘ) পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH পরিবর্তন গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

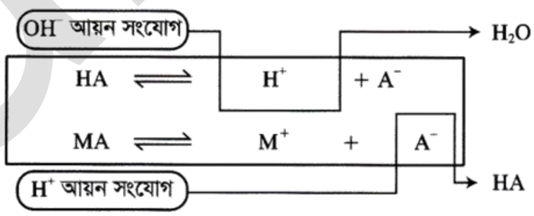
ঘ. উদ্দীপকের পাত্র-১ ও পাত্র-২ মিশ্রিত করার পর সংঘটিত বিক্রিয়া

$$\underset{100\text{ mL},\ 0.05\text{ M}}{NH_4OH} + \underset{150\text{ ml},\ 0.01\text{ M}}{HCl} \rightarrow NH_4Cl + H_2O$$

বিক্রিয়ায় $150 \times 10^{-3} \times 0.01 = 1.5 \times 10^{-3}$ mole HCl, 1.5×10^{-3} mol NH_4OH এর সাথে বিক্রিয়া করে 1.5×10^{-3} mol NH_4Cl লবণ উৎপন্ন করে। দ্রবণে অবশিষ্ট $NH_4OH = (100 \times 10^{-3} \times 0.05 - 1.5 \times 10^{-3}) = 3.5 \times 10^{-3}$ mole।

যেহেতু দ্রবণে দুর্বল ক্ষার অবশিষ্ট আছে সুতরাং দ্রবণটি একটি ক্ষারীয় বাফার হবে।

যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ সবল এসিড বা ক্ষার দ্রবণ যোগ করার পরও দ্রবণের pH এর মান বিশেষ পরিবর্তন হয় না প্রায় স্থির থাকে তাকে বাফার দ্রবণ বলে অর্থাৎ বাফার দ্রবণের pH স্থির রাখার ক্ষমতা আছে। উদ্দীপকের দ্রবণটি একটি ক্ষারীয় বাফার। এর ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:



অতএব দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার হিসেবে H^+ আয়ন অথবা OH^- আয়ন এর যেকোনো একটি যোগ করা হোক না কোনো তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোনো ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা পরিবর্তন হয় না তাই pH এর মান পরিবর্তন হয় না।

16. **X°** সে. তাপমাত্রায় এবং **1 atm** চাপে **30** লিটার আয়তনের একটি পাত্রে PCl_5 এর বিয়োজন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় PCl_5 **20%** বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। উক্ত তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির $K_p = 0.0417$ **atm**। **[Din.B'23]**

(গ) উদ্দীপকের **X** এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ কমিয়ে **0.0417 atm** এ নিয়ে এলে PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধির সম্ভাব্যতা গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর ।

Zahid Sir

উত্তর

গ. PCl_5 এর বিয়োজনের ফলে সংঘটিত বিক্রিয়াটি,

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায়: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha$ α α

এখানে, $\Delta n = 2 - 1 = 1$

$K_c = \frac{[PCl_3]\times[Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{\frac{0.2}{30}\times\frac{0.2}{30}}{\frac{1-0.2}{30}}$ [যেহেতু $\alpha = 20\%$] $= 1.6667 \times 10^{-3}$

আমরা জানি,

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow 0.0417 = 1.6667 \times 10^{-3}(0.0821 \times T)^1 \Rightarrow T = X = 304.75°K = 31.75°C$

সুতরাং, X এর মান $= 31.75°C$

ঘ. PCl_5 এর বিয়োজন বিক্রিয়াটি,

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায়: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha$ α α

মোট মোল $= 1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha$

$K_p = \frac{P_{PCl_3}\times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha}\times P\times\frac{\alpha}{1+\alpha}\times P}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\times P} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}\times P$

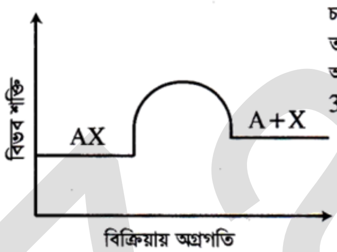
শর্তমতে, $\frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}P = 0.0417$ [$P = 0.0417$ atm]

$\Rightarrow \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} = 1 \Rightarrow \alpha^2 = 1 - \alpha^2 \Rightarrow 2\alpha^2 = 1 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1}{2}} \Rightarrow \alpha = 0.7071$

সুতরাং বিয়োজন মাত্রা $= 0.7071 = 70.71\%$

যেহেতু পূর্বাবস্থায় বিয়োজন মাত্রা 20% এবং পরবর্তীতে চাপ হ্রাসের পর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 70.71% হয়েছে। সুতরাং চাপ হ্রাসের পর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধির সম্ভাব্যতা সঠিক।

17. [Din.B'23]



(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_c নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর চাপ দ্বিগুণ করলে বিয়োজনের পরিবর্তন হবে কি?

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি,

$$AX \longrightarrow A + X$$

$t = 0$ 1 0 0

$t =$ সাম্যবস্থায় $1-\alpha$ α α

যেহেতু AX 30% অবিয়োজিত সুতরাং AX এর $(100 - 30) = 70\%$ বিয়োজিত হবে $\therefore \alpha = 70\% = 0.7$

$K_c = \frac{[A]\times[X]}{[AX]} = \frac{\frac{\alpha}{V}\times\frac{\alpha}{V}}{\frac{1-\alpha}{V}} = \frac{\frac{0.7}{2}\times\frac{0.7}{2}}{\frac{1-0.7}{2}} = 0.8166\ molL^{-1}$

সুতরাং উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় $K_c = 0.8166\ molL^{-1}$

ঘ. উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি,

$$AX \longrightarrow A + X$$

	AX	A	X
t = 0	1	0	0
t = সাম্যবস্থায়	$1-\alpha$	α	α

মোট মোল সংখ্যা $= 1-\alpha+\alpha+\alpha = 1+\alpha$

$$K_p = \frac{P_A \times P_X}{P_{AX}} = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha}\times P \times \frac{\alpha}{1+\alpha}\times P}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\times P}$$

$$= \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}P = \frac{(0.7)^2}{1-(0.7)^2} \times 2 = 1.921 \text{ atm}$$

আবার চাপ দ্বিগুণ করলে পরিবর্তিত বিয়োজন মাত্রা,

$$K_p = \frac{\alpha'^2}{1-\alpha'^2} \times P' \Rightarrow 1.992 = \frac{\alpha'^2}{1-\alpha'^2} \times 4$$

$$\Rightarrow 1-\alpha'^2 = 2.0811\alpha'^2 \Rightarrow 3.0811\alpha'^2 = 1$$

$$\Rightarrow \alpha'^2 = \frac{1}{3.0811} \quad \Rightarrow \alpha'^2 = \sqrt{\frac{1}{3.0811}} \therefore \alpha' = 0.57$$

সুতরাং $\alpha' = 0.57 = 75\%$ যেহেতু $\alpha > \alpha'$

সুতরাং উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় চাপ দ্বিগুণ করলে বিয়োজনের মাত্রা পরিবর্তন হবে।

18. $\mathbf{P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g); \Delta H = -ve}$ **[MB'23]**

[P_2 ও O_2 এর প্রারম্ভিক মোল সংখ্যা যথাক্রমে 1.0 মোল ও 1.2 মোল।]

(গ) **2 atm চাপে Q_2 এর 60% বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় উপনীত হলে, K_p হিসাব কর।**

(ঘ) **উদ্দীপক বিক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ তৈরি করতে কী কী পদক্ষেপ নেওয়া প্রয়োজন? বিশ্লেষণ কর।**

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি:

	$P_2(g)$ +	$Q_2(g)$ $\rightleftharpoons$	$2PQ(g)$
প্রারম্ভিক অবস্থায়:	1	1.2	0
সাম্যবস্থায়:	$1-0.72$	$1.2-0.72$	2×0.72
	$= 0.28$	$= 0.48$	$= 1.44$

Q_2 এর 60%
$= 1.2 \times 0.6$
$= 0.72$

মোট মোল সংখ্যা $=(0.28+0.48+1.44) = 2.2$ মোল

চাপ, $P = 2\text{atm}$

$$K_p = \frac{(P_{PQ})^2}{P_{P_2}\times P_{Q_2}} = \frac{\left(\frac{1.44\times 2}{2.2}\right)^2}{\left(\frac{0.28}{2.2}\times 2\right)\times\left(\frac{0.48}{2.2}\times 2\right)} = 15.4285$$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে বিভিন্ন নিয়ামকের প্রভাবে উৎপাদের পরিমাণ বাড়ানো যাবে,

তাপের প্রভাব: যেহেতু বিক্রিয়াটির ΔH এর ঋণাত্মক অর্থাৎ বিক্রিয়াটি $P_2 + Q_2 \rightleftharpoons 2PQ,\ \Delta H = -ve$

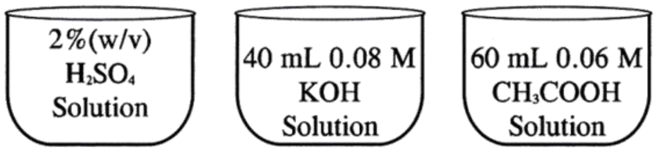
∴ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপ কমালে উৎপাদের পরিমাণ বাড়বে।

চাপের প্রভাব: বিক্রিয়ক ও উৎপাদ উভয়েই মোল সংখ্যা সমান অর্থাৎ 2 মোল হওয়ায় এ বিক্রিয়ার উপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

ঘনমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়কে ঘনমাত্রা যদি বাড়ানো যায় তাহলে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

Zahid Sir

19. [MB'23]



পাত্র-i পাত্র-ii পাত্র-iii

(গ) i নং পাত্রের দ্রবণের **pH** নির্ণয় কর।

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

উত্তর

গ. 2%(w/v) বলতে বোঝায়: 100 mL দ্রবণে 2g H_2SO_4 আছে

$\therefore$ 1 mL দ্রবণে $\frac{2}{100}$ g H_2SO_4 আছে

$\therefore$ 1000 দ্রবণে $\frac{2}{100} \times 1000$g H_2SO_4 আছে

20g H_2SO_4 আছে

$\therefore$ 1L দ্রবণে 20g H_2SO_4 আছে

$\therefore$ H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা $= \frac{20/98}{1} = 0.2040$ M

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

$pH = -\log(2 \times 0.2040)M = 0.3891$

বিকল্প পদ্ধতি:

ঘনমাত্রা $= \frac{10x}{M} = \frac{10 \times 2}{98} = 0.2040$ M

$pH = -\log(2 \times 0.2040) = 0.3891$

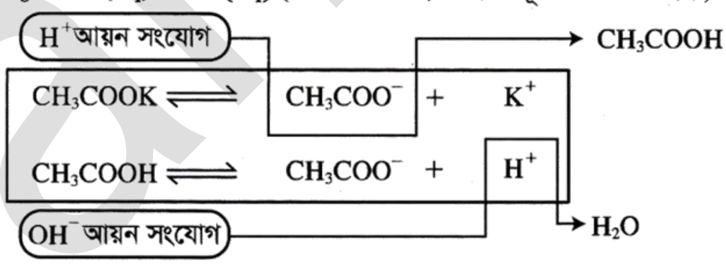
ঘ. এখানে CH_3COOH এর মোল সংখ্যা $= 60 \times 10^{-3} \times 0.06$ Mole $= 0.0036$ mole

KOH এর মোল সংখ্যা $= 0.08 \times 40 \times 10^{-3} = 0.0032$ Mole

যেহেতু দুর্বল অম্লের মোল সংখ্যা > শক্তিশালী ক্ষারের মোল। তাই প্রদত্ত মিশ্রণটি অম্লীয় বাফার হিসেবে কাজ করবে।

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

$CH_3COOK\ (aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + K^+(aq)$ (আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়।)



অল্প মাত্রায় এসিড সংযোগ: যদি সামান্য পরিমাণ H_2SO_4 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।

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

যেহেতু অ্যাসিটিক এসিড মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য, তাই অ্যাসিটিক এসিড অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়; (বিশেষ করে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য পটাসিয়াম অ্যাসিটেটের 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।

অতএব, দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার হিসেবে যথাক্রমে H^+ আয়ন অথবা OH^- আয়ন এর যে কোনো একটি যোগ করা হোক না কেন, তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোন ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH এর মান বিশেষ পরিবর্তিত হয় না।

Zahid Sir

20. **[DB'22]**

140 mL 0.1 M HA দ্রবণ $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$	30 mL 0.2 M NaOH দ্রবণ	A ও B পাত্রের দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণ
A-পাত্র	B-পাত্র	C-পাত্র

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

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

উত্তর

গ.

	HA	+	NaOH	⇌	NaA	+	H_2O
প্রাথমিক মোলসংখ্যা:	0.014		6×10^{-3}		0		0
বিক্রিয়া শেষে মোল:	$0.014 - 6 \times 10^{-3}$		$6 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-3}$		6×10^{-3}		6×10^{-3}
	$= 8 \times 10^{-3}$		0		6×10^{-3}		6×10^{-3}

$pH = -\log(K_a) + \log\frac{n_{NaA}}{n_{HA}}$

$= -(1.8 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{6 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3}}\right)$

$= 4.6197$ ($pH < 7$ হওয়ায় মিশ্রণটি এসিডীয়)।

এখানে,
$n_{HA} = 0.14 \times 0.1$
$= 0.014 mol$
$n_{NaOH} = 30 \times 10^{-3} \times 0.2$
$= 6 \times 10^{-3} mol$
এখানে,
$A^- = CH_3COO^-$, $HCOO^-$, $C_6H_5COO^-$ ইত্যাদি।

ঘ. বিক্রিয়াটি, $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

$n_{HA} = \frac{140 \times 0.1}{1000} mol = 0.014 mol$

$n_{NaOH} = \frac{30 \times 0.2}{1000} mol = 6 \times 10^{-3} mol$

অতএব, মিশ্রণে 6×10^{-3} mol NaOH, 0.014 mol HA এর সাথে বিক্রিয়া করে 6×10^{-3} mol NaA উৎপন্ন করে।

মিশ্রণে অবশিষ্ট $HA = (0.014 - 6 \times 10^{-3}) mol = 8 \times 10^{-3} mol$

অতএব, মিশ্রণে HA ও NaA একটি বাফার দ্রবণ তৈরি করবে।

এখানে এটি একটি অম্লীয় বাফার মিশ্রণ হয়েছে। এতে সামান্য এসিড বা ক্ষার প্রয়োগে দ্রবণে pH মানের উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় না। অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল ব্যাখ্যা করার জন্য ইথানয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড (HA) ও সোডিয়াম ইথানোয়েট বা অ্যাসিটেট (NaA) লবণ দ্বারা প্রস্তুত অম্লীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণটির ক্রিয়া-কৌশল বর্ণনা করা যায়।

এ বাফার দ্রবণের উপাদানদ্বয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ে থাকে:

$HA(aq) \rightleftharpoons A^-(aq) + H^+(aq)$ (মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়।)

$NaA(aq) \rightleftharpoons A^-(aq) + Na^+(aq)$ (আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়।)

এখানে, $A^- = CH_3COO^-, HCOO^-, C_6H_5COO^-$ ইত্যাদি

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

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

Zahid Sir

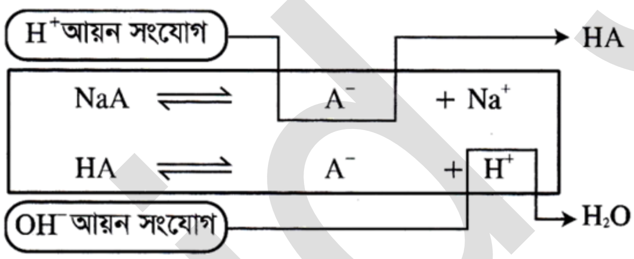
যেহেতু দুর্বল এসিড জলীয় দ্রবণে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য, তাই এটি অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়; (বিশেষ করে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য NaA এর উপস্থিতিতে) সেহেতু ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত অম্ল বা এসিড দ্বারা H^+ আয়নের বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) এর ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। অর্থাৎ ঐ দ্রবণের pH এর মান প্রায়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

অল্পমাত্রায় ক্ষার (OH^-) সংযোগ: সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন এ বাফার দ্রবণটিতে যোগ করলে প্রদত্ত OH^-আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে অতীব মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পানি অণু (H_2O) সৃষ্টি করে। তখন এসিডের সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন তৈরি করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের অভাব পূরণ করে।

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

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

অতএব, দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার হিসেবে যথাক্রমে H^+ আয়ন অথবা OH^- আয়ন এর যে কোনো একটি যোগ করা হোক না কেন, তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোন ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH এর মান বিশেষ পরিবর্তিত হয় না।



চিত্র: অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল

21. $AX_5(g) \rightleftharpoons AX_3(g) + X_2(g);\ K_p = 1$ atm. **[DB'22]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়া সিস্টেমের মোট চাপ কত হলে AX_5 এর 30% বিয়োজিত হবে?

(ঘ) তাপমাত্রা স্থির রেখে উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় 1.2 atm চাপ প্রয়োগ করলে AX_5 এর বিয়োজনমাত্রা কতটুকু পরিবর্তিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর ।

উত্তর

গ. ধরি, AX_5 এর প্রারম্ভিক মোল সংখ্যা = 1mol ও মোট চাপ = p

$$AX_5(g) \rightleftharpoons AX_3(g) + X_2(g) \quad ; K_p = 1atm$$

প্রারম্ভিক অবস্থায়: 1 mol 0 0

সাম্যাবস্থায়: (1 − 0.3)mol 0.3 mol 0.3 mol

∴ সাম্যাবস্থায়, AX_5 এর আংশিক চাপ, $P_{AX_5} = \frac{1-0.3}{1+0.3} \times P = \frac{0.7}{1.3}P$

AX_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AX_3} = \frac{0.3}{1.3}P$

X_2 এর আংশিক চাপ, $P_{X_2} = \frac{0.3}{1.3}P$

∴ সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{P_{AX_3} \times P_{X_2}}{P_{AX_5}}$ বা, $1 = \frac{\left(\frac{0.3}{1.3}P\right)\left(\frac{0.3}{1.3}P\right)}{\left(\frac{0.7}{1.3}P\right)}$ বা, $1 = \frac{(0.3)^2}{1.3 \times 0.7}P$

বা, P = 10.11 atm ∴ সিস্টেমের মোট চাপ, P = 10.11 atm

কোনো প্রাথমিক মোল দেওয়া না থাকলে সহগকে আমরা মোল হিসাবে ধরি।

AX_5 = 30% অর্থাৎ $\alpha = \alpha_{AX_5} = 0.30$

$\alpha = \frac{x}{a}$ [a=1 প্রাথমিক মোল]

মোট বিয়োজন,

$x = a\alpha$

$x = \alpha = 0.3$

ঘ. ধরি, চাপ $P = 1.2$ atm হলে x মোল AX_5 বিয়োজিত হয়।

$$AX_5(g) \rightleftharpoons AX_3(g) + X_2(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায়: 1 mol 0 0

সাম্যাবস্থায়: $(1-x)$mol x mol x mol

মোট মোল সংখ্যা $= 1 - x + x + x = (1 + x)$ mol

∴ সাম্যাবস্থায়, AX_5 এর আংশিক চাপ, $P_{AX_5} = \frac{1-x}{1+x}P$

AX_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AX_3} = \frac{x}{1+x}P$

x_2 এর আংশিক চাপ, $P_{x_2} = \frac{x}{1+x}P$ ∴ $K_p = \frac{\left(\frac{x}{1+x}P\right)\left(\frac{x}{1+x}P\right)}{\frac{1-x}{1+x}P}$

বা, $1 = \frac{x^2}{1-x^2}P = \frac{x^2}{1-x^2} \times 1.2$

বা, $1 - x^2 = 1.2\,x^2$ বা, $2.2x^2 = 1$

বা, $x = 0.6742$ mol

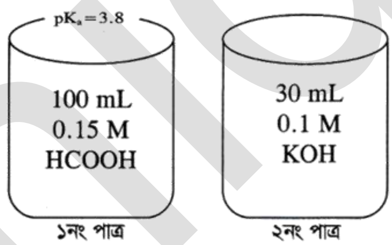
অর্থাৎ AX_5 এর বিয়োজন $X = 0.6742$mol

AX_5 এর বিয়োজন মাত্রা $\alpha = \frac{x}{a} = \frac{0.6742}{1} = 0.6742$

∴ বিয়োজন মাত্রা $= \frac{0.6742}{1} \times 100 = 67.42\%$

∴ চাপ = 1.2atm হলে বিয়োজন মাত্রা = $(0.6742 - 0.30) = 37.42\%$ বেড়ে যাবে।

22. **[RB'22]**



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

উত্তর

ঘ. উদ্দীপকের ১ ও ২ নং পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে,

$$HCOOH + KOH \rightarrow HCOOK + H_2O$$

HCOOK লবণের মোল সংখ্যা $n_{HCOOK} = 30 \times 10^{-3} \times 0.1 = 3 \times 10^{-3}$mol

বিক্রিয়া শেষে HCOOH এর মোল সংখ্যা, $n_{HCOOH} = (100 \times 10^{-3} \times 0.15) - 3 \times 10^{-3} = 0.012$ mol

∴ মিশ্রিত দ্রবণটি হবে বাফার দ্রবণ।

∴ দ্রবণটির $pH = {}_pK_a + \log\frac{n_{HCOOK}}{n_{HCOOH}} = 3.8 + \log\frac{3\times10^{-3}}{0.012} = 3.198$

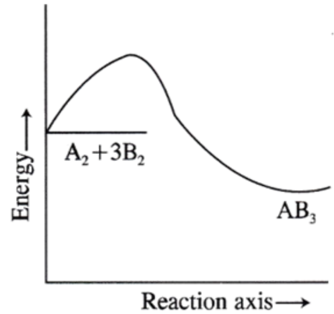
লেবুর রসে সাইট্রিক এসিড থাকায় তা H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। যদি সামান্য পরিমাণ H^+ আয়ন এই বাফার দ্রবণে যোগ করা হলে প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান $HCOO^-$ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য HCOOH অণু উৎপন্ন করে।

$$H^+(aq) + HCOO^-(aq) \rightarrow HCOOH\,(aq)$$

যেহেতু HCOOH একটি মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য, তাই মিথানয়িক এসিড অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। এজন্য ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত অম্ল বা এসিড দ্বারা H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। তাই এই দ্রবণের pH এর মান প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

Zahid Sir

23. **[RB’22]**



A ও B মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 7 ও 1

(ঘ) উদ্দীপকের AB_3 যৌগটির শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

ঘ. প্রশ্নোক্ত বিক্রিয়াটি,

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3;\ \Delta H = -92.2kJ$

NH_3 যৌগের শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ04 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

24. **$AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$** **[Ctg.B’22]**

এখানে, তাপমাত্রা $t = 30°C$, চাপ, $P = 2$ atm, বিয়োজন মাত্রা 55% ।

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক K_c এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির চাপ পরিবর্তন করলে বিয়োজন মাত্রা পরিবর্তিত হয়— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ.

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:	$AB(g) \rightleftharpoons$	$A(g)$	$+ B(g)$
প্রাথমিক অবস্থায়:	1 mol	0	0
সাম্যাবস্থায়:	$(1 - 0.55) = 0.45$ mol	0.55mol	0.55mol

বিয়োজনের পরিমাণ, $\alpha = 55\%$

$\alpha = 0.55$ mol [a=1]

বিয়োজন $x = a\alpha;\ x = \alpha = 0.55$

মোট চাপ, $P = 2$ atm

তাপমাত্রা, $T = 30°C = 303$ K

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা= $(0.45 + 0.55 + 0.55) = 1.55$

AB এর আংশিক চাপ, $P_{AB} = \frac{0.45}{1.55} \times 2 = 0.581$ atm

A এর আংশিক চাপ, $P_A = \frac{0.55}{1.55} \times 2 = 0.710$ atm

B এর আংশিক চাপ, $P_B = \frac{0.55}{1.55} \times 2 = 0.710$ atm

$\therefore$ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{P_A \times P_B}{P_{AB}} = \frac{0.710 \times 0.710}{0.581} = 0.8676$ atm

আমরা জানি,

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$K_c = \frac{K_p}{(RT)^1} = \frac{0.8676}{0.0821 \times 303}$

$= 3.488 \times 10^{-2} molL^{-1}$

$\therefore K_c = 3.488 \times 10^{-2}$

যেখানে,

$\Delta n = 2 - 1 = 1$

$R = 0.0821$ $Latm\,mol^{-1}K^{-1}$

$T = 30°C = 303$ K

Zahid Sir

ঘ. লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী কোনো উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি ঐ অবস্থায় একটি নিয়ামক, যেমন তাপমাত্রা, চাপ অথবা ঘনমাত্রা পরিবর্তন করা হয়, তবে সাম্যের অবস্থান ডানে বা বামে এমনভাবে পরিবর্তন হবে, যাতে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:	$AB(g) \rightleftharpoons$	$A(g)$	$+B(g)$	
প্রাথমিক অবস্থায়:	1	0	0	ধরি, বিয়োজনের পরিমাণ = x
সাম্যাবস্থায়:	$1-x$	x	x	

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1-x+x+x) = 1+x$

যদি মোট চাপ P ধরা হয়, AB এর আংশিক চাপ, $P_{AB} = \frac{1-x}{1+x}P$

A এবং B আংশিক চাপ, $P_A = P_B = \frac{x}{1+x}P$

বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{P_A \times P_B}{P_{AB}} = \frac{\frac{x}{1+x}P \times \frac{x}{1+x}P}{\frac{1-x}{1+x}P} = \frac{x^2}{1-x^2}P$

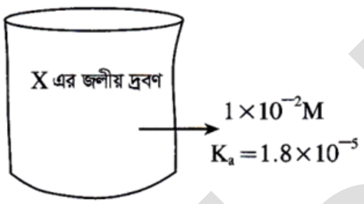
যদি $x << 1$ হয় তাহলে, $1-x^2 = 1$

$K_p = \frac{x^2P}{1} \Rightarrow x^2 = \frac{K_p}{P} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{K_p}{P}}$

যেহেতু K_p একটি ধ্রুবক। $\therefore x \propto \frac{1}{\sqrt{P}}$

অর্থাৎ, বিক্রিয়াটির চাপ বাড়ালে বিয়োজনের পরিমাণ কমে যাবে এবং চাপ কমালে বিয়োজনের পরিমাণ বেড়ে যাবে।

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির চাপ পরিবর্তন করলে বিয়োজন মাত্রা পরিবর্তিত হয়।

25. 

[Ctg.B'22]

এখানে, **X**, জৈব ফ্যাটি এসিডের দ্বিতীয় সমগোত্রক।

(গ) উদ্দীপকের **X** দ্রবণের **pOH** হিসাব কর ।

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $C = [H^+] = 10^{-2}M$

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

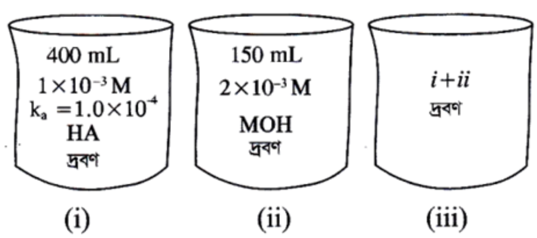
এসিডের বিয়োজনের মাত্রা, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{10^{-2}}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-3}}$

বিয়োজিত $[H^+] = \alpha C = \sqrt{1.8 \times 10^{-3}} \times 10^{-2} = 4.243 \times 10^{-4}M$

$pH = -\log[H^+] = -\log(4.243 \times 10^{-4}) = 3.37$

আমরা জানি, $pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 14 - 3.37 = 10.627$

26. **[Ctg.B'22]**



(গ) **HA** জৈব এসিড হলে এটি পানিতে কীভাবে দ্রবীভূত হয়? ব্যাখ্যা কর ।

(ঘ) **(iii)** পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ শক্তিশালী এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের **pH**-এর কোনো পরিবর্তন হয় কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর ।

Zahid Sir

উত্তর

গ. HA জৈব এসিড হলে পানিতে এটি আংশিক আয়নিত অবস্থায় থাকবে কারণ HA দুর্বল অম্ল বা এসিড।

ব্রনস্টেড লাউরির মতবাদ অনুসারে, যে কোনো দুর্বল অম্লকে পানিতে দ্রবীভূত করলে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থায় থাকে।

$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$

অম্ল ক্ষারক

সাম্যাবস্থায়, $K_c = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$; [এক্ষেত্রে (H_2O) ধ্রুব থাকে]

$\therefore Kc \times [H_2O] = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

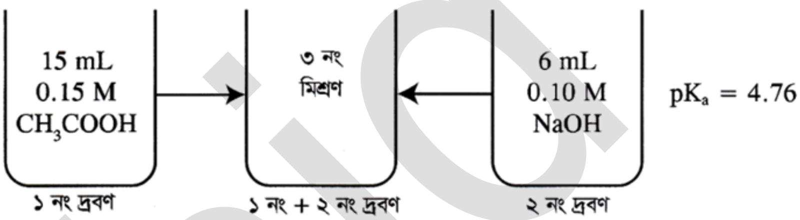
$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ এখানে, $K_a = K_c \times [H_2O]$

উপরিউক্ত সাম্যাঙ্ক K_a কে অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক বলা হয়। K_a এর কোনো একক নেই।

অম্লকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে গণ্য করা হয় কারণ এটি আংশিক আয়নিত হয়। পানিতে অম্ল ও ক্ষার তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে আয়নে বিভক্ত হয়। দুর্বল অম্লের বেলায় কম সংখ্যক HA পানিতে আয়নিত হয়। তখন $[H_3O^+] << [HA]$ হয় এবং সাম্যাবস্থায় $K_a << 1$ হয়।

ঘ. (iii) -পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ শক্তিশালী এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর বিশেষ পরিবর্তন ঘটবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।** উত্তর: pH= 4.47 অপরিবর্তীত থাকবে।

27. **[SB'22]**



(গ) উদ্দীপকের ১ নং ও ২ নং দ্রবণের মিশ্রণের pH কত?

(ঘ) উদ্দীপকের ৩ নং মিশ্রণে সামান্য HCl ও সামান্য NaOH যোগ করলে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি না– বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের ১ নং ও ২ নং দ্রবণ যথাক্রমে CH_3COOH এবং NaOH। মিশ্রণের pH গণনা **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।**

উত্তর: মিশ্রণের pH = 4.32

ঘ. উদ্দীপকের ৩ নং মিশ্রণে সামান্য HCl ও সামান্য NaOH যোগ করলে pH মানের পরিবর্তন হবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।** ($HA = CH_3COOH$)

28. **[SB'22]**

উদ্দীপক-১:	$SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + \frac{1}{2}O_2$
উদ্দীপক-২:	$A_2B_4 \rightleftharpoons 2AB_2$ এখানে A ও B এর পারমাণবিক সংখ্যা 7 ও 8

(গ) উদ্দীপক-১ এর বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় K_p এর মান K_c এর আট গুণ হবে?

(ঘ) উদ্দীপক-২ এর জন্য সাম্যধ্রুবকের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

Zahid Sir

উত্তর

গ. উদ্দীপক -১ এর বিক্রিয়াটি হলো-

$SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + \frac{1}{2}O_2$

মোলার গ্যাসীয় ধ্রুবক, $R = 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$

ধরি T K তাপমাত্রায় K_p এর মান K_c এর আট গুণ হবে।

$\Delta n = 1 + \frac{1}{2} - 1 = \frac{1}{2}$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow 8K_c = K_c(RT)^{\frac{1}{2}}$

$\Rightarrow 8^2 = 0.0821 \times T \Rightarrow T = 779.53\ K = 506.53°C$

$\therefore$ নির্ণেয় তাপমাত্রা, $T = 506.53°C$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো- $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

নিচে এ বিক্রিয়ার জন্য সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c নির্ণয় করা হলো,

ডাইনাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডের বিয়োজন: ডাইনাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড (N_2O_4) কে বদ্ধ পাত্রে উত্তপ্ত করলে তা আংশিকভাবে বিয়োজিত হয়ে নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) উৎপন্ন করে। সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

	$N_2O_{4(g)}$	$\overset{\Delta}{\rightleftharpoons}$	$2NO_{2(g)}$
প্রাথমিক অবস্থায়:	a mol		0 mol
সাম্যাবস্থায় :	(a − x) mol		2 xmol

$\therefore$ বিক্রিয়াটির $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$ এবং $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

ধরি N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রা α

$\alpha = \frac{x}{a} \therefore x = a\alpha \quad [a = 1]$

তাই এদের x বা α যেকোনোটি দিয়েই প্রতিপাদন করা যাবে।

K_p এর গণনা: মনে কর, N_2O_4 – এর প্রাথমিক মোলসংখ্যা, এবং সাম্যাবস্থায় বিয়োজনের পরিমাণ, α মোল। ঐ অবস্থায় N_2O_4 এর মোলসংখ্যা ও NO_2 এর মোলসংখ্যা হবে যথাক্রমে $(a - x)$ ও $2x$। সুতরাং মোট মোলসংখ্যা হবে $(a - x + 2x)$ বা, $(a + x)$। গ্যাস মিশ্রণের মোট চাপ যদি P(atm) হয়, তবে-

N_2O_4 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2O_4} = \frac{a-x}{a+x}P$; এবং NO_2 এর আংশিক চাপ, $P_{NO_2} = \frac{2x}{a+x}P$

$\therefore K_p = \frac{(P_{NO_2})_2}{N_2O_4} = \frac{\left(\frac{2x}{a+x}\right)^2 P^2}{\left(\frac{a-x}{a+x}\right)P} = \frac{4x^2}{(a+x)^2} \times \frac{(a+x)}{(a-x)}P = \frac{4x^2P}{a^2-x^2}$ [যেহেতু $x = \alpha$ তাই $Kp = \frac{4\alpha^2P}{a^2-\alpha^2}$ ও লেখা যাবে।]

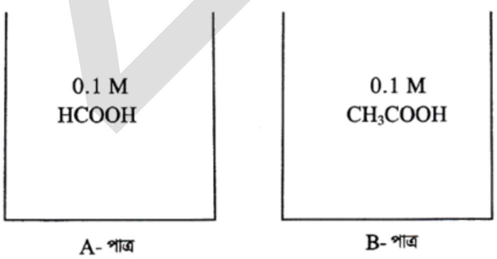
K_c – এর গণনা : মনে কর, বিক্রিয়াটি V লিটার আয়তনবিশিষ্ট পাত্রে সম্পন্ন করা হয়েছে।

সুতরাং সাম্যাবস্থায়; $N_2O_{4(g)}$ এর ঘনমাত্রা, $[N_2O_4] = \frac{(a-x)}{V} molL^{-1}$

$NO_{2(g)}$ এর ঘনমাত্রা, $[NO_2] = \frac{2x}{V}\ molL^{-1}$।

$\therefore$ সাম্যাঙ্ক, $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{a-x}{V}\right)} = \frac{4x^2}{(a-x)V}$ [যেহেতু $x = \alpha$ সেক্ষেত্রে $Kp = \frac{4\alpha^2}{(a-\alpha)V}$]

29. **[BB'22]**



$K_{HCOOH} = 1.8 \times 10^{-4}$ $\quad K_{CH_3COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে pH এর মানের কোনো ভিন্নতা দেখা যাবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

Zahid Sir

উত্তর

ঘ. দেওয়া আছে, HCOOH এর ঘনমাত্রা, $C_{HCOOH} = 0.1$ M এবং $K_{HCOOH} = 1.8 \times 10^{-4}$

$\therefore [H^+]_{COOH} = \sqrt{K_{HCOOH} \times C_{HCOOH}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-4} \times 0.1} = 4.2426 \times 10^{-3}$ M

$pH_{HCOOH} = -\log[H^+]_{HCOOH} = -\log(4.2426 \times 10^{-3}) = 2.37$

আবার,

CH_3COOH এর ঘনমাত্রা $C_{CH_3COOH} = 0.1$ M এবং $K_{CH_3COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$

$[H^+]_{CH_3COOH} = \sqrt{K_{CH_3COOH} \times C_{CH_3COOH}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.34164 \times 10^{-3}M$

$pH_{CH_3COOH} = -\log[H^+]_{CH_3COOH} = -\log(1.34164 \times 10^{-3}) = 2.87$

A ও B পাত্র মিশ্রিত করার পর মোট $[H^+]$ এর ঘনমাত্রা,

$[H^+]' = [H^+]_{HCOOH} + [H^+]_{CH_3COOH} = 4.2426 \times 10^{-3} + 1.34164 \times 10^{-3} = 5.584 \times 10^{-3}$ M

এখন,

$pH' = -\log[H^+]' = -\log(5.5842 \times 10^{-3}) = 2.253$

যেহেতু, $pH_{HCOOH} \neq pH_{CH_3COOH} \neq pH'$

সুতরাং পাত্র A এবং পাত্র B মিশ্রিত করার পর মিশ্রিত দ্রবণের pH পরিবর্তিত হয়।

30. $\mathbf{A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)\,;\ \Delta H = -Ve}$ **[BB'22]**

25°C তাপমাত্রায় $\mathbf{K_p = 0.425\ atm^{-2}}$.

(গ) বিক্রিয়াটির K_c এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা, চাপ ও ঘনমাত্রা পরিবর্তন করলে সাম্যাবস্থার কি কোনো পরিবর্তন ঘটবে – বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির, $K_p = 0.425\ atm^{-2}$

তাপমাত্রা, $T = 25°C = 298K; \Delta n = 2 - (3 + 1) = -2; R = 0.0821\ Latm\ mol^{-1}K^{-1}$

আমরা জানি, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow 0.425 = K_c(0.0821 \times 298)^{-2} \Rightarrow K_c = 254.39\ mol^{-2}L^2$

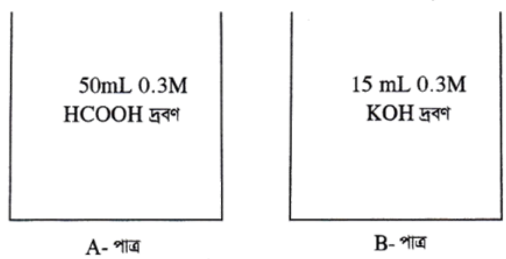
$\therefore$ সাম্যধ্রুবক, $K_c = 254.39\ mol^{-2}L^2$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা, চাপ ও ঘনমাত্রা পরিবর্তন করলে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটবে। তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তনে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন বিশ্লেষণ 12 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

- **সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রার প্রভাব:**

সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা সম্মুখবর্তী হয়ে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি করে। অন্যদিকে উৎপাদের ঘনমাত্রা বিক্রিয়কের থেকে বেশি হলে বিক্রিয়াটি পশ্চাৎবর্তী হয়ে বিক্রিয়কের পরিমাণ বৃদ্ধি করে ও সাম্যাবস্থা পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত করে। ঘনমাত্রা বাড়ালে বা কমালে সাম্যধ্রুবকের মান পরিবর্তন হয় না।

31. **[BB'22]**



$\mathbf{K_a = 1.8 \times 10^{-4}}$

(গ) A পাত্রের দ্রবণের H^+ এর মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি pH নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর ।

Zahid Sir

উত্তর

গ. উদ্দীপকের A পাত্রের HCOOH একটি দুর্বল অম্ল। ঘনমাত্রা, $C_{HCOOH} = 0.3M$ এবং $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$

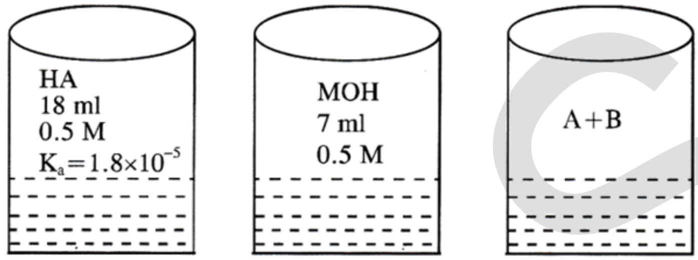
$\therefore$ H^+ এর মোলার ঘনমাত্রা, $[H^+] = \sqrt{K_a \times C_{HCOOH}}$

$= \sqrt{1.8 \times 10^{-4} \times 0.3} = 7.348 \times 10^{-3} M$

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি pH নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।**

উত্তর: $pH = 3.376 < 7$ তাই মিশ্রণটি অম্লীয় হবে।

32. **[JB'22]**



পাত্র-A পাত্র-B পাত্র-C

(গ) উদ্দীপকের 'A' পাত্রের দ্রবণের pH গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের 'C' পাত্রের মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. HA এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ও ঘনমাত্রা, $C = 0.5M$

$\therefore$ A পাত্রের দ্রবণের $pH = -\log\sqrt{K_a C} = -\log\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.5} = 2.523$

ঘ. উদ্দীপকের 'C' পাত্রের মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতির গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।** **উত্তর:** $pH = 4.548$ (প্রকৃতি অম্লীয়)।

33. **$AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$, $K_p = 12$ atm, 30°C তাপমাত্রায় AB_5 এর 50% বিয়োজিত হয়।** **[JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_c এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) স্থির তাপমাত্রায় চাপ অর্ধেক করলে AB_5 এর বিয়োজন মাত্রার কী পরিবর্তন ঘটবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $K_p = 12$atm.

তাপমাত্রা, $T = 30°C = 303K$

গ্যাস ধ্রুবক, $R = 0.0821$ Latm mol^{-1} K^{-1}

Δn = উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা − বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা $= 2 - 1 = 1$

আমরা জানি,

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

বা, $12 = K_c(0.0821 \times 303)^1$

বা, $K_c = 0.482 molL^{-1}$

$\therefore$ সাম্যধ্রুবক, $K_c = 0.482$ $molL^{-1}$

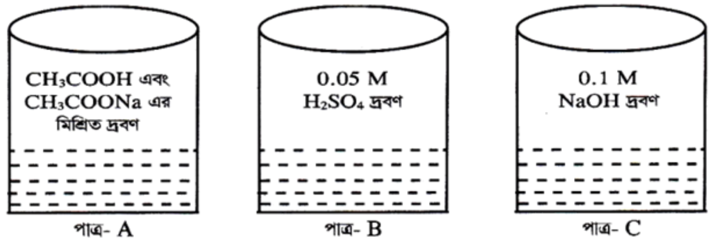
ঘ. স্থির তাপমাত্রায় চাপ অর্ধেক করলে AB_5 এর বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তনের গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ **21 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।**

Hint: $P = 36$ atm, $\frac{P}{2} = 18$ atm; $K_p = \frac{\left(\frac{x}{1+x}\right)P \times \left(\frac{x}{1+x}\right)P}{\left(\frac{1-x}{1+x}\right) \times P} = \frac{x^2 P}{(1-x^2)}$

শতকরায় পরিবর্তীত বিয়োজন মাত্রা $\alpha' = 63.25\%$; $\because$ $\alpha' > \alpha$ তাই বিয়োজন মাত্রা বাড়বে।

Zahid Sir

34. **[JB'22]**



(গ) উদ্দীপকের 'B' পাত্রের দ্রবণের pOH গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের 'A' পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ 'B' বা 'C' পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি না–বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা $= 0.05$ M

$\therefore H^+$ এর ঘনমাত্রা $[H^+] = (2 \times 0.05)M = 0.1M.$

$\therefore$ দ্রবণের $pH = -\log(0.1) = 1$

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

$\therefore$ B পাত্রের দ্রবণের $pOH = 13$

ঘ. উদ্দীপকের 'A' পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ 'B' বা 'C' পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে pH মানের পরিবর্তন হবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ **20** নং বোর্ড প্রশ্নের **(ঘ)** এর অনুরূপ। উত্তর: ($HA = CH_3COOH$), এখানে B ও C যথাক্রমে শক্তিশালী এসিড ও ক্ষার।

35. নিম্নের বিক্রিয়াটি 120°C তাপমাত্রায় এবং 1.5 atm চাপে সাম্যাবস্থায় আছে। **[CB'22]**

$AB_5 (g) \rightleftharpoons AB_3 (g) + B_2 (g)$

এখানে A ও B ৩য় পর্যায়ের মৌল এবং সাম্যাবস্থায় AB_5 30% বিয়োজিত হয়।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির চাপ 0.148 atm হলে "বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে"– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

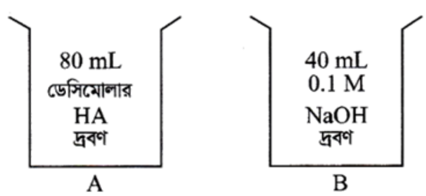
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির চাপ 0.148 atm হলে "বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে। গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ **21** নং বোর্ড প্রশ্নের **(ঘ)** এর অনুরূপ।

Ans: $K_p = 0.148$; পরিবর্তীত বিয়োজন মাত্রা, $\alpha' = \frac{0.7071}{1} \times 100 = 70.71\% > 30\%$

$\therefore$ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির চাপ 0.148 atm হলে বিয়োজন মাত্রা বাড়বে।

$\alpha' > \alpha$; তাই বিয়োজনমাত্রা বাড়বে।

36. **[CB'22]**



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

(গ) A পাত্রের দ্রবণের pH গণনা কর।

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

Zahid Sir

উত্তর

গ. A পাত্রের দ্রবণের pH গণনা **32 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ**।উত্তর: pH = 2.87.

ঘ. উদ্দীপকের A ও B মিশ্রিত করলে, $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

NaA লবণের মোল সংখ্যা, $n_{NaA} = 40 \times 10^{-3} \times 0.1 = 4 \times 10^{-3}$ mol

অবশিষ্ট HA এসিডের মোল সংখ্যা, $n_{HA} = (80 \times 10^{-3} \times 0.1) - 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}$ mol

HA এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

∴ মিশ্রণটি একটি বাফার দ্রবণ এবং এর

$pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{n_{NaA}}{n_{HA}}\right)$

$= 4.7447 + \log\left(\frac{4\times10^{-3}}{4\times10^{-3}}\right) = 4.7447$

এ বাফার দ্রবণের উপাদানদ্বয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ে থাকে।

$HA_{(aq)} \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H^+$

$NaA_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + Na^+$

যদি সামান্য পরিমাণে HCl তথা H^+ বাফার দ্রবণে যোগ করা হয়, তবে প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য HA অণু উৎপন্ন করে।

$H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)} \rightarrow HA_{(aq)}$

যেহেতু HA মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য, তাই HA অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয় তাই ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত HCl এসিড দ্বারা H_3O^+ এসিড দ্বারা H_3O^+ এর ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। তাই এই বাফার দ্রবণের pH প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

37. একটি বিক্রিয়া হলো : $X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g); \Delta H = +ve$; **[Din.B'22]**

উক্ত বিক্রিয়া নিম্নরূপ দুটি অবস্থায় বিয়োজিত হয় –

(i) 25°C তাপমাত্রায় ও 2.0 atm চাপে;

(ii) 80°C তাপমাত্রায় ও 6.0 atm চাপে;

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন কর।

(ঘ) উদ্দীপকের (i) নং অবস্থা এবং (ii) নং অবস্থার মধ্যে কোন ক্ষেত্রে উৎপাদের পরিমাণ সর্বাধিক হবে? মূল্যায়ন কর।

উত্তর

গ. প্রদত্ত বিক্রিয়া: $X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g)$

এ বিক্রিয়ায়,

$\Delta n =$ উৎপাদের মোল সংখ্যা – বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা $= 2 - 1 = 1$

মোলার গ্যাস ধ্রুবক = R ও তাপমাত্রা = T হলে

∴ $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ বা, $K_p = K_cRT$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে দেখা যায়, উৎপাদের মোল সংখ্যা বিক্রিয়কের থেকে বেশি ও তারা উভয়ই গ্যাসীয়। তাই, সাম্যাবস্থায় চাপের প্রভাব রয়েছে। আবার বিক্রিয়াটি তাপহারী।

বিক্রিয়াটি তাপহারী তাই ভ্যান্ট হফের সমীকরণ অনুসারে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পাবে। এখানে (i) নং অবস্থার তাপমাত্রা (ii) এর থেকে বেশ কম হওয়ায় (i) নং অবস্থায় সাম্যধ্রুবকের মান কমবে। ফলে উৎপাদন হ্রাস পাবে।

বিক্রিয়াটিতে উৎপাদের মোল সংখ্যা বেশি থাকার কারণে চাপ বাড়ালে উৎপাদ কমে যাবে। এক্ষেত্রে দেখা যায় (i) নং অবস্থার ক্ষেত্রে চাপ, (ii) এর থেকে বেশ কম। ফলে (i) নং অবস্থায় উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে। আর চাপ বেশি থাকার জন্য (ii) এর ক্ষেত্রে উৎপাদ হ্রাস পাবে।

উপরের আলোচনা থেকে এটা মূল্যায়ন করা কিছুটা অসম্ভব যে, কোন অবস্থার উৎপাদ বাড়বে। কারণ উভয়ের একটি অংশ উৎপাদ বাড়ালেও অপরটি হ্রাস করে।

Zahid Sir

38. নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও: **[Din.B'22]**

পাত্র- A	পাত্র- B	পাত্র- C
H_2SO_4	NaOH	CH_3COOH
20 mL	6 mL	150 mL
0.1 M	0.05 M	0.05 M

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

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

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

উত্তর

গ. উদ্দীপকের B ও C কে একত্রে মিশ্রিত করলে,

$NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

$\therefore$ CH_3COONa লবণের মোল সংখ্যা $n_{CH_3COONa} = 6 \times 10^{-3} \times 0.05 = 3 \times 10^{-4}$ mol

অবশিষ্ট CH_3COOH এর মোল সংখ্যা, $n_{CH_3COOH} = (150 \times 10^{-3} \times 0.05) - 3 \times 10^{-4} = 7.2 \times 10^{-3}$ mol

CH_3COOH এর $K_a = 1.85 \times 10^{-5}$

$\therefore$ মিশ্রণের $pH = pK_a + \log\frac{n_{CH_3COONa}}{n_{CH_3COOH}} = -\log(1.85 \times 10^{-5}) + \log\frac{3\times10^{-4}}{7.2\times10^{-3}} = 3.35$

$\therefore$ মিশ্র দ্রবণের $pOH = 14 - 3.35 = 10.65$

ঘ. A ও B মিশ্রণের ক্ষেত্রে,

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা $n_{H_2SO_4} = 20 \times 10^{-3} \times 0.1 = 2 \times 10^{-3}$ mol

NaOH এর মোল সংখ্যা $n_{NaOH} = 6 \times 10^{-3} \times 0.05 = 3 \times 10^{-4}$ mol

$\therefore$ 2mol NaOH এর সাথে H_2SO_4 বিক্রিয়া করে 1 mol

$\therefore$ 3×10^{-4} mol NaOH এর সাথে H_2SO_4 বিক্রিয়া করে $= \frac{3\times10^{-4}}{2}$ mol $= 1.5 \times 10^{-4}$ mol

$\therefore$ অতিরিক্ত H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা $= 2 \times 10^{-3} - 1.5 \times 10^{-4} = 1.85 \times 10^{-3}$ mol

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

1 mol H_2SO_4 থেকে H^+ উৎপন্ন হয় = 2mol

$\therefore$ 1.85×10^{-3} mol H_2SO_4 থেকে H^+ উৎপন্ন হয় $= 2 \times 1.85 \times 10^{-3}$ mol $= 3.7 \times 10^{-3}$ mol

A ও B পাত্রের দ্রবণের মোট আয়তন = (20mL + 6mL) = 26mL = 26×10^{-3}L

$\therefore$ অতিরিক্ত H^+এর ঘনমাত্রা, $[H^+] = \frac{3.7\times10^{-3}}{26\times10^{-3}} M = 0.1423M$

$\therefore$ মিশ্র দবণের $pH = -\log[H^+] = -\log(0.1423) = 0.847$ $\therefore$ দ্রবণটি অম্লীয় হবে।

39. $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$; $\Delta H = +Ve$ **225°C তাপমাত্রায় 3 atm চাপে** $AB_5(g)$ **40% বিয়োজিত হয়।**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির আংশিক চাপে সাম্যাংক (K_p) এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর ।

Zahid Sir

উত্তর

গ. বিক্রিয়াটি: $AB_5 \rightleftharpoons AB_3 + B_2$

প্রাথমিক অবস্থা: 1 0 0

সাম্যাবস্থা: $1-x$ x x

$\alpha = \frac{x}{a} = \frac{x}{1}$ [a = 1] $\therefore \alpha = x$

এক্ষেত্রে, বিয়োজন মাত্রা=বিয়োজিত মোল

দেওয়া আছে, $x = 0.4$, মোট চাপ, $P = 3$ atm

সাম্যাবস্থায় মোট মোলসংখ্যা $= 1 - x + x + x = 1 + x$

$P_{AB_5} = \frac{1-x}{1+x} \times P = \frac{1-0.4}{1+0.4} \times 3 = 1.286$ atm

$P_{AB_3} = P_{B_2} = \frac{x}{1+x} \times P = \frac{0.4}{1+0.4} \times 3 = 0.857$ atm

$K_p = \frac{P_{AB_3} \times P_{B_2}}{P_{AB_5}} = \frac{\frac{x}{1+x} \times P \times \frac{x}{1+x} \times P}{\frac{1-x}{1+x} \times P} = \frac{x^2}{1-x^2} \times P = \frac{0.4^2}{1-0.4^2} \times 3 = 0.571$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি: $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g), \Delta H = +ve$, যেহেতু ΔH ধনাত্মক, তাই বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী, কোনো উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকা কালে যদি ঐ অবস্থায় একটি নিয়ামক, যেমন তাপমাত্রা, চাপ অথবা ঘনমাত্রা পরিবর্তন করা হয়, তবে সাম্যের অবস্থান ডানে বা বামে এমনভাবে পরিবর্তন হয়, যাতে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

উদ্দীপকের তাপহারী বিক্রিয়াটিতে:

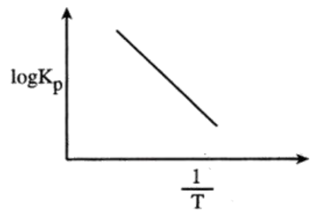
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যাবে এবং উৎপাদ বেড়ে যাবে। ফলে সাম্যধ্রুবক K_P এর মান বৃদ্ধি পাবে।

(ii) তাপমাত্র হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে এবং উৎপাদ হ্রাস পাবে। ফলে সাম্যধ্রুবক K_P এর মান কমে যাবে। ভ্যান্ট হফের সমীকরণ হতে সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব:

$\log K_P = -\frac{\Delta H}{2.303R} \times \frac{1}{T} +$ ধ্রুবক

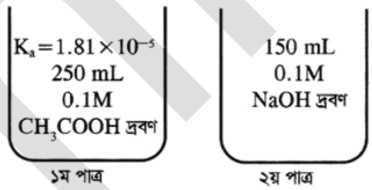
তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta H = +ve$ অর্থাৎ, ঢাল $= -ve$

তাপমাত্রা বাড়লে K_p বাড়ে এবং হ্রাস পেলে K_p হ্রাস পায়।



চিত্র: তাপহারী বিক্রিয়ার লেখ

40. [MB'22]



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

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

উত্তর

গ. উদ্দীপকের 'B' পাত্রের দ্রবণের pH গণনা **20** নং বোর্ড প্রশ্নের **(গ)** এর অনুরূপ।

Hint: ২য় পাত্রে, $S_{NaOH} = 0.1$ M; $[OH^-] = 0.1$ M $= 10^{-1}$ M; $pOH = -\log[OH] = -\log(0.1) = 1$

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

ঘ. ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে বাইরের উৎস থেকে সামান্য HCl যোগ করলে pH এর মান অপরিবর্তীত থাকে। এর ব্যাখ্যা **36** নং বোর্ড প্রশ্নের **(ঘ)** এর অনুরূপ। **উত্তর:** $pH = 4.92$ অপরিবর্তীত থাকবে।

41. 500°C তাপমাত্রায় 2 লিটার আয়তনের একটি বদ্ধপাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$2NOX(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + X_2(g)$; $\Delta H = -Ve$

[সাম্যাবস্থায় NO, X_2 এবং NOX এর পরিমাণ যথাক্রমে 6 mole, 3 mole এবং 4 mole.] **[DB'21]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার **K_c** এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) **NOX** যৌগটির বিয়োজন বৃদ্ধিতে কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা যেতে পারে– বিশ্লেষণ কর।

Zahid Sir

উত্তর

গ. $2NOX \rightleftharpoons 2NO(g) + X_2(g)$

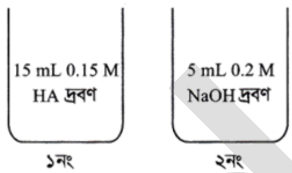
সাম্যাবস্থায় মোট মোলসংখ্যা $6 + 3 + 4 = 13$ mol

আয়তন, $V = 2L$; $K_c = \frac{\left(\frac{6}{2}\right)^2 \times \left(\frac{3}{2}\right)}{\left(\frac{4}{2}\right)^2} = 3.375$ atm.

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বিদ্যমান।

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। ফলে তাপ হ্রাস করা হলে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায়। অর্থাৎ উৎপাদ বেশি উৎপন্ন হয়। আবার উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির উৎপাদের সংখ্যা বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা বেশি ($\Delta n = 2$)। তাই বিক্রিয়াটিতে চাপ প্রয়োগ করা হলে সাম্যবস্থা বামে সরে যায় অর্থাৎ উৎপাদের উৎপাদন হ্রাস পায়। চাপ হ্রাস করলে উৎপাদের উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। তাই NOX যৌগটির বিয়োজন বৃদ্ধির জন্য শর্ত হলো নিম্ন তাপমাত্রা ও নিম্নচাপ।

42. [DB'21]



(গ) কক্ষ তাপমাত্রায় ১নং পাত্রের যৌগটি 10% আয়নিত হলে এর K_a হিসাব কর।

(ঘ) ১নং ও ২নং পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে কী? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. এখানে, $C = 0.15\ M \Rightarrow \alpha = 10\% = 0.1$

$K = 10\%$ বা, 0.1
$C = 0.15\ M$

	HA	⇌	H^+ + A^-
প্রাথমিক মোলসংখ্যা:	C	0	0
সাম্যাবস্থায় মোলসংখ্যা:	$C - \alpha C$	αC	αC

$K_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha} \Rightarrow K_a = 1.67 \times 10^{-3}$

ঘ. $HA(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaA + H_2O$

মিশ্র দ্রবণে প্রকৃতপক্ষে $(15 - 5) = 10$ mL তুল্য 0.15 M HA এসিড বিদ্যমান এক তুল্য 5 mL 0.2 M NaA লবণ রয়েছে অর্থাৎ মিশ্রণটি একটি অম্লীয় বাফার সৃষ্টি করে।

HA এর মোল সংখ্যা $n = \frac{10 \times 0.15}{1000} = 1.5 \times 10^{-3}$

NaA এর মোল সংখ্যা $n = \frac{5 \times 0.2}{1000} = 1 \times 10^{-3}$

$pH = pK_a + \log\frac{n_{লবণ}}{n_{অম্ল}} = 2.68$

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

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

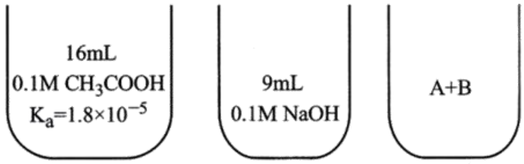
ক্ষার দ্রবণ KOH যোগ করা হলে, $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

$K^+ + A^- \rightarrow KA$

অর্থাৎ HA তে H^+ আয়নের সাথে OH^- বিক্রিয়া করে H_2O গঠন করে। H^+ আয়নের ঘাটতি অবিয়োজিত HA বিয়োজিত হওয়ার মাধ্যমে পূরণ করে।

Zahid Sir

43. **[RB'21]**



'A' 'B' পাত্র-৩

(গ) উদ্দীপকের 'B' পাত্রের দ্রবণের pH গণনা কর।
(ঘ) পাত্র-৩ দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগে pH এর মানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কিনা? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের 'B' পাত্রের দ্রবণের pH গণনা 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।
Hint: $[NaOH] = [OH^-] = 0.1M; pOH = -\log[OH^-] = 1; \therefore pH = 14 - pOH = 13$

ঘ. পাত্র-৩ দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগে pH এর মানের পরিবর্তন ঘটবে না? এর ব্যাখ্যা 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ। $(HA = CH_3COOH)$

44. **25^0 সেলসিয়াস তাপমাত্রায় 11 মোল A_2 গ্যাস 9 মোল B_2 গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 7 মোল AB গ্যাস উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ায় $\Delta H = -ve$ ।** **[RB'21]**
(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ানুসারে K_p এর মান নির্ণয় কর।
(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় অধিক উৎপাদ প্রাপ্তির ক্ষেত্রে তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. মোট চাপ P ধরি

	A_2	+	B_2	$\rightleftharpoons$	$2AB$
বিক্রিয়ার শুরুতে:	11		9		0
সাম্যাবস্থায়:	$11-x$		$9-x$		$2x$
সাম্যাবস্থায়:	$11-\frac{7}{2}$		$9-\frac{7}{2}$		7

$2x = 7,\ x = \frac{7}{2}$
এখানে x হলো A ও B এর মোট বিয়োজিত সংখ্যা

$\therefore n = 11 - \frac{7}{2} + 9 - \frac{7}{2} + 7 = 20 \therefore K_p = \frac{\left(\frac{7}{20}P\right)^2}{\left(\frac{11-\frac{7}{2}}{20}P\right)\times\left(\frac{9-\frac{7}{2}}{20}P\right)} = 1.187$

ঘ. এখানে প্রদত্ত বিক্রিয়া একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায় (লা শাতেলীয় নীতি অনুযায়ী) অর্থাৎ, উৎপাদ অধিক উৎপন্ন হয়।
আবার বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোট চাপ সমান $(\Delta n = 0)$ হওয়ায় এর সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব নেই।
তাই অধিক উৎপাদ প্রাপ্তিতে তাপমাত্রার ভূমিকা থাকলেও চাপের ভূমিকা নেই।

45. **$2PQ(g) \rightleftharpoons P_2(g) + Q_2(g); \Delta H = +Y\ kJ$**
ধরে নাও যে, বিক্রিয়াটি একটি বদ্ধ নলে সংঘটিত হচ্ছে। বিক্রিয়কের প্রাথমিক পরিমাণ 2a মোল এবং সাম্যাবস্থায় প্রতিটি উৎপাদের পরিমান α মোল। **[Ctg.B'21]**
(গ) উদ্দীপকের সমীকরণটির জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে একটি সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।
(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি থেকে কীভাবে অধিক পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যায়? তা বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $2PQ(g) \rightleftharpoons P_2(g) + Q_2(g)$

$\therefore K_c = \frac{[P_2][Q_2]}{[PQ]^2}$ ……… (i); $K_p = \frac{P_{P_2}\times P_{Q_2}}{P_{PQ}{}^2}$ ……… (ii)

$p = \frac{nRT}{V} = CRT\ [C= \text{ঘনমাত্রা} = \frac{n}{v}]$

$K_p = \frac{P_{P_2}\times P_{Q_2}}{P_{PQ}^2} == \frac{[P_2]RT\times[Q_2]RT}{([P_Q]RT)^2}$

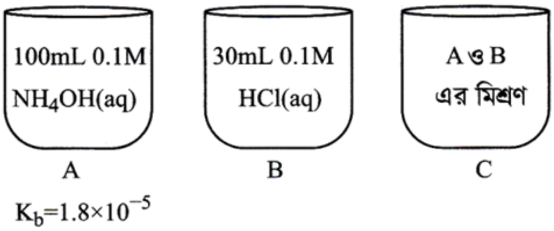
$K_p = \frac{[P_2][Q_2]R^2T^2}{[PQ]^2R^2T^2} = K_c$

$\therefore K_p = K_c$ যা নির্ণেয় সম্পর্ক।

AB_5 এর ঘনমাত্রা = $[AB_5]$
AB_3 এর ঘনমাত্রা = $[AB_3]$
AB_2 এর ঘনমাত্রা = $[AB_2]$

Zahid Sir

ঘ নিম্নে উৎপাদ বৃদ্ধির কৌশল লা শাতেলীয় নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হলো:
এখানে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা সমান। তাই এর সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব নেই।
আবার এটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। এখন, সাম্যাবস্থায় তাপ প্রদানে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায়। অর্থাৎ উৎপাদ বেশি উৎপন্ন হয়। তাই উচ্চতাপে বিক্রিয়ার উৎপাদ অধিক পরিমাণে পাওয়া যায়।

46. 

[Ctg.B'21]

(গ) **A -পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় কর।**
(ঘ) **উদ্দীপকের C-পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অম্ল বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তন হবে কি না? বিশ্লেষণ কর।**

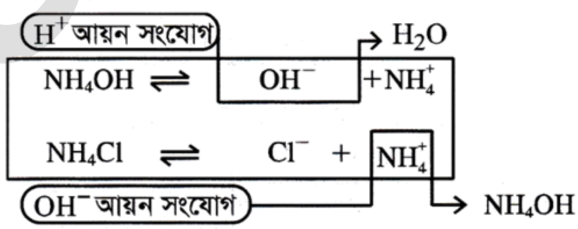
উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$
আমরা জানি, $C = 0.1$
$[OH^-] = \sqrt{K_b \times 0.1} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.342 \times 10^{-3}$
আবার, $pOH = -\log[OH^-] - \log(1.342 \times 10^{-3}) = 2.87 \therefore pH = 14 - 2.87 = 11.13$

ঘ. $n_{NH_4OH} = 0.01;\ n_{HCl} = 3 \times 10^{-3}$

	NH_4OH	+ HCl	$\longrightarrow$ NH_4Cl	+ H_2O
বিক্রিয়ার শুরুতে:	0.01	3×10^{-3}	0	
সাম্যাবস্থায়:	7×10^{-3}	0	3×10^{-3}	

$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.38$
$pH = 14 - 4.38 = 9.62$
এটি একটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ যা জলীয় দ্রবণে নিম্নোক্তরূপে আয়নিত হয়:
$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$
$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$
অল্প পরিমাণে HCl এসিড যোগে, $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l)$
অল্প পরিমাণে ক্ষার যোগে, $OH^- + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$
ফলে বাফারের pH এর পরিবর্তন ঘটে না।



47. উদ্দীপকটি লক্ষ কর। **[SB'21]**
(i) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2; \Delta H = +Ve$
(ii) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3; \Delta H = -Ve$
(গ) **450 K তাপমাত্রায় 1.5atm চাপে (i) নং সাম্য বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক 25% বিয়োজিত হলে K_p নির্ণয় কর।**
(ঘ) **উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব আলোচনা কর।**

Zahid Sir

উত্তর

গ. 450 K তাপমাত্রায় 1.5atm চাপে (i) নং সাম্য বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক 25% বিয়োজিত হলে K_p নির্ণয় **39 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।** উত্তর: $K_p = 0.1$ atm।

ঘ. উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব আলোচনা **12 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।**

48. **1.5% $H_3PO_3, HNO_3, HClO_4, H_3PO_4$** **[SB'21]**

(গ) উদ্দীপকের প্রথম এসিডটির **pH** গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের এসিডগুলোর তীব্রতার ক্রম বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. 1.5% (w/v) H_3PO_3

$W = 1.5$ g; $V = 100$ mL

$M = 82$; $S = ?$

$W = \frac{SVM}{1000} \Rightarrow S = 0.189$

H_3PO_3 এর ক্ষারকত্ব 2

$[H^+] = 2 \times 0.183 = 0.366$

$\therefore pH = -\log[H^+] = 0.44$

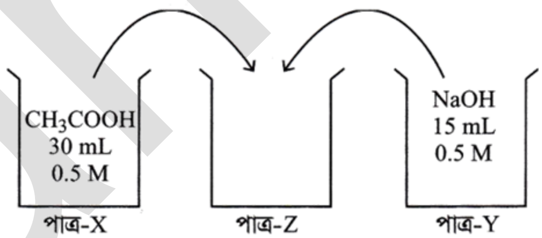
ঘ. আমরা জানি,

(i) অক্সি এসিডসমূহের অক্সিজেন পরমাণু যুক্ত এসিডসমূহের কেন্দ্রীয় ঋণাত্মক জারণ সংখ্যা যতো বেশি ঐ এসিডের তীব্রতা ততো বেশি হয়।

(ii) অক্সি এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ঋণাত্মক জারণ সংখ্যা সমান হলে তখন কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার যার ছোট অর্থাৎ চার্জ ঘনত্বের ক্রম বৃদ্ধি অনুসারে সে এসিডের তীব্রতা ততো বেশি হয়। $H_3PO_3, HNO_3, HClO_4$ ও H_3PO_4 এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে $+3, +5, +7, +5$ এবং যেহেতু N এর আকার P অপেক্ষা ছোট। তাহলে এসিডের তীব্রতার ক্রম হবে।

$$HClO_4 > HNO_3 > H_3PO_4 > H_3PO_3$$

49. **উদ্দীপকের আলাকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।** **[SB'21]**



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

(গ) পাত্র- **X** এর দ্রবণের **pH** গণনা কর।

(ঘ) পাত্র-**Z** এ সামান্য পরিমাণে এসিড বা ক্ষার যোগ করলে **pH** মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি না-তা বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপক অনুসারে $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

আমরা জানি, $C = 0.5$

$[H^+] = \sqrt{K_aC} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.5} = 3 \times 10^{-3}$

$pH = -\log_{10}[H^+] = 2.523$

ঘ. পাত্র-Z এ সামান্য পরিমাণে এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH মানের পরিবর্তন হবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।** উত্তর: $HA = CH_3COOH$; $pH = 4.745$

Zahid Sir

50. **দুটি ভিন্ন পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া নিম্নরূপ:** **[BB’21]**

(i) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3; \Delta H = -93kJ$

(ii) $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2; \Delta = +93kJ$

(গ) (ii) নং সমীকরণে NH_3 এর বিয়োজন হার 20% হলে, প্রমাণ চাপে K_p কত?

(ঘ) পাত্রে দুটিতে যদি 10kJ তাপ যোগ করা হয় তবে উভয়ক্ষেত্রে NH_3 এর পরিমাণের কোনো তারতম্য পরিলক্ষিত হবে কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. প্রমাণ চাপে, P = 1atm

	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$	N_2	+	$3H_2$
প্রাথমিক অবস্থায়:	2		0		0
	$2-2\alpha$		α		3α
সাম্যাবস্থায়:	$(2-2\times0.2)$		0.2		3×0.2

NH_3 এর বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 0.2$

$\alpha = \frac{x}{a} [a = 2]$

NH_3 এর বিয়োজন, $x = 2\alpha$

মোট বিয়োজিত মোল $= 2\alpha = 2\times0.2 = 0.4$

$\therefore n = 2 - 2\times0.2 + 0.2 + 3\times0.2 = 2.4$

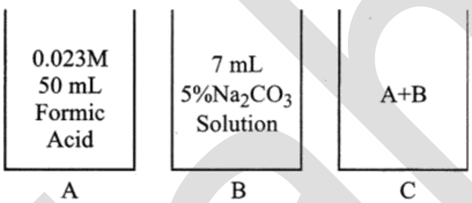
$$\therefore K_p = \frac{\frac{0.2}{2.4}\times\left(\frac{3\times0.2}{2.4}\right)^3\times1^4}{\left(\frac{2-2\times0.2}{2.4}\right)^2\times1^2} = 2.93\times10^{-3}\ atm^2$$

ঘ. পাত্র দুটিতে তাপ (10kJ) প্রয়োগ করা হলে উভয়ক্ষেত্রে NH_3 পরিমাণের তারতম্য ‘লা শাতেলিয়ার নীতি’ এর সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।

(i) নং বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। তাই সাম্যাবস্থায় তাপ প্রয়োগে সাম্যাবস্থা বামে সরে যায়। অর্থাৎ কিছু NH_3 বিয়োজিত হয়ে N_2 ও H_2 এ পরিণত হয়। অর্থাৎ NH_3 এর পরিমাণ হ্রাস পায়।

(ii) নং বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। সাম্যাবস্থায় তাপ প্রয়োগে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায়। অর্থাৎ N_2 ও H_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। তাই বলা যায়, উভয়ক্ষেত্রেই 10kJ তাপ প্রয়োগে NH_3 এর উৎপাদন হ্রাস পায়। তাই NH_3 এর পরিমাণের তারতম্য দেখা যায়।

51. **[BB’21]**



(গ) B পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় কর।

(ঘ) C পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় পূর্বক মিশ্রণের প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. 5% (w/v) Na_2CO_3 দ্রবণে ধরি,

ভর W = 5g

দ্রবণের আয়তন V = 100ml

$M = 23\times2 + 12 + 16\times3 = 106$

$W = \frac{SVM}{1000} \Rightarrow S = 0.472\ M$

যেহেতু Na_2CO_3 একটি দ্বি-অম্লীয় ক্ষার।

সুতরাং $[OH^-] = 2\times0.472\ M = 0.943\ M$

$pH = 14 - \{-\log_{10}(0.943)\} = 13.97$

Zahid Sir

ঘ. $2HCOOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2HCOONa + H_2O + CO_2$

Na_2CO_3 এর আদি ঘনমাত্রা, $S = 0.472$ M

$\therefore n_{Na_2CO_3} = \frac{0.472\times7}{1000} = 3.304\times10^{-3}$ mol

$[HCOOH] = [H^+] = \sqrt{K_a \times C} = 2.035\times10^{-3}$ M [$\because$ HCOOH এর $K_a = 1.8\times10^{-4}$]

$\therefore n_{HCOOH} = \frac{2.035\times10^{-3}\times50}{1000} = 1.0175\times10^{-4}$ mol

2 mole HCOOH $\equiv$ 1 mol Na_2CO_3

$\therefore 1.0175\times10^{-4}$ mol HCOOH $\equiv \frac{1}{2}\times1.0175\times10^{-4}$ mol $Na_2CO_3 = 5.0875\times10^{-5}$ mol Na_2CO_3

$\therefore$ অবিক্রিয়াকৃত $Na_2CO_3 = (3.304\times10^{-3}) - (5.0875\times10^{-5})$mol $= 3.25313\times10^{-3}$ mol

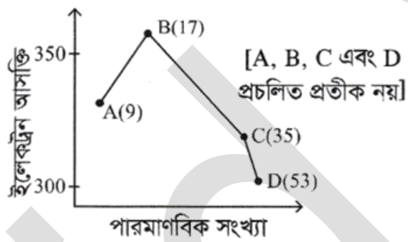
$\therefore [OH^-] = \frac{3.25313\times10^{-3}}{(50+7)\times10^{-3}}\times 2M = 1.14145\times10^{-1}$ M

$pOH = -\log[OH^-] = 0.9425$

$\therefore pH = 14 - pOH = 13.0575$

অতএব, মিশ্রণের প্রকৃতি হবে ক্ষারীয়।

52. **[BB'21]**



[নোট: পরমাণুর প্রথম ইলেকট্রন আসক্তির মান কখনো ধনাত্মক হওয়া সম্ভব নয়, সর্বদা ঋণাত্মক হবে। অর্থাৎ, প্রশ্নে 300 ও 350 এর স্থানে −300 ও −350 হবে। প্রশ্নে C ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা সমান দেওয়া আছে। যেটা সম্ভব নয়। তাই প্রশ্ন ভুল। এখানে C(35) কে Br ও D(53) কে I ধরা যায়।]

(গ) C ও D এর হাইড্রাসিডসমূহের আপেক্ষিক তীব্রতা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. [প্রশ্নে C ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা সমান দেওয়া আছে। যেটা সম্ভব নয়। তাই প্রশ্ন ভুল] এখানে C কে Br ও D ও I ধরা যায়। নিম্নে HBr ও HI এর আপেক্ষিক তীব্রতা ব্যাখ্যা করা হল:

হাইড্রাসিডের তীব্রতা বন্ধন শক্তির উপর নির্ভরশীল। বন্ধনশক্তি যতো বেশি হবে হাইড্রাসিডের H^+ ত্যাগ করার প্রবণতা ততো হ্রাস পাবে। Br এর আকার I অপেক্ষা কম হওয়ায় H − Br এর বন্ধনশক্তি H − I অপেক্ষা বেশি হবে। অর্থাৎ H − I অপেক্ষাকৃত সহজে H^+ ত্যাগ করতে পারে। তাই HBr এর তীব্রতা HI অপেক্ষা কম হয়।

53. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

1.0 লিটার পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়াটিতে তাপ প্রয়োগ করা হলে কিছু বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয় এবং তাপ হ্রাস করা হলে কিছু উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়। PCl_5 এর প্রাথমিক মোল সংখ্যা 1.0 ও সাম্যাবস্থায় Cl_2 এর মোল সংখ্যা 0.5 । **[JB'21]**

(গ) উল্লিখিত বিক্রিয়ার জন্য K_c এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির উপর সাম্যাবস্থায় তাপ ও চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ.

	PCl_5	$\rightleftharpoons PCl_3$	$+ Cl_2$
প্রাথমিক অবস্থায় মোল :	1	0	0
সাম্যাবস্থায় মোল :	$1-x$	x	x
সাম্যবস্থায় ঘনমাত্রা :	$\frac{1-x}{V}$	$\frac{x}{V}$	$\frac{x}{V}$

$\alpha = x = 0.5$
$V = 1L$

$K_c = \frac{[Cl_2][PCl_3]}{[PCl_5]} = \frac{\frac{x}{V}\times\frac{x}{V}}{\frac{1-x}{V}} \frac{0.5\times0\ 5}{0.5} = 0.5\ molL^{-1}$

Zahid Sir

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা ও চাপ উভয়ের প্রভাব বিদ্যমান।
উদ্দীপকের তথ্য মোতাবেক PCl_5 এর বিয়োজন বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। তাপ প্রদানে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায় অর্থাৎ কিছু বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয়। আবার তাপ হ্রাসে সাম্যাবস্থা বামে সরে যায় অর্থাৎ কিছু উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়।
এখানে উৎপাদের মোট মোলসংখ্যা বিক্রিয়ক হতে বেশি ($\Delta n = 1$) হওয়ায় চাপ প্রয়োগে সাম্যাবস্থা বামে সরে যায়। অর্থাৎ কিছু উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়। আবার চাপ হ্রাসে সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায় অর্থাৎ কিছু বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয়।

54. [JB'21]

(গ) উদ্দীপকের I নং পাত্রের দ্রবণের pH গণনা কর ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)।

(ঘ) উদ্দীপকের III নং পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অম্ল বা ক্ষার মিশ্রিত করলে pH মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে-ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$
$[H^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.342 \times 10^{-3} M$
$pH = -\log[H^+] = 2.872$

ঘ. উদ্দীপকের III নং পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অম্ল বা ক্ষার মিশ্রিত করলে pH মানের পরিবর্তন হবে না। এর ব্যাখ্যা 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ। উত্তর: $pH = 4.377$

55. A ও B এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে- 1 ও 7 [CB'21]

$$A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons \boxed{X(g)} + \text{তাপ}$$
$$\downarrow H_2O$$
$$\boxed{Y(aq)}$$

এর $K_b = 1.7 \times 10^{-6}$

(গ) $0.001M$ Y যৌগটির pH মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের X যৌগ উৎপাদনের বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

উত্তর

গ. Y এর $K_b = 1.7 \times 10^{-6}; C = 0.001M$
$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C} = 4.123 \times 10^{-5} M$
$pH = 14 - \{-\log_{10}(4.123 \times 10^{-5})\} = 9.62$

ঘ. $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons X(g)$
এখানে, $A = H$; $B = N$ বাকী অংশ 04 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।

56. 25°C তাপমাত্রায় ও 1.5 atm চাপে নিম্নের বিক্রিয়াটির K_c এর মান $1.815 \times 10^{-3} molL^{-1}$
$AB_5(g) \leftrightharpoons AB_3(g) + B_2(g); \Delta H = +40kJmol^{-1}$ [CB'21]

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির বিয়োজন মাত্রার মান নির্ণয় কর।

(ঘ) বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার ও ঘনমাত্রার প্রভাব- ব্যাখ্যা কর।

Zahid Sir

উত্তর

গ. $AB_5(g) \leftrightharpoons AB_3(g) + B_2(g)$

বিক্রিয়ার শুরুতে: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha$ α α

$\alpha = \frac{x}{a}$ [a=1]
$\alpha = x$

মোট মোল সংখ্যা $n = 1 + \alpha$

দেওয়া আছে $K_c = 1.815 \times 10^{-3}\ molL^{-1}$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$= 1.815 \times 10^{-3} \times (0.0821 \times 298)^1 = 0.044$ atm

$\Rightarrow 0.044 = \frac{\frac{\alpha}{(1+\alpha)^2}\times P^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\times P} = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2} = 0.044 \Rightarrow \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} = 0.0296 \Rightarrow \alpha^2 = 0.0296 - 0.0296\alpha^2 \therefore \alpha = 0.17$ (প্রায়)।

$\therefore$ নির্ণেয় বিয়োজন মাত্রা $\alpha = 0.17$ (প্রায়)।

ঘ. বিক্রিয়াটির সাম্যবস্থার উপর তাপমাত্রা ও ঘনমাত্রার প্রভাব লা-শাতেলীয় নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।
উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া। তাই সাম্যাবস্থায় তাপ প্রদান করা হলে সাম্যবস্থা ডানে সঞ্চারিত হবে অর্থাৎ উৎপাদ অধিক উৎপন্ন হবে এবং তাপমাত্রা হ্রাসে বিক্রিয়ক বেশি উৎপন্ন হবে।
আবার বিক্রিয়কের (AB_5) ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে সাম্যাবস্থা ডানে সঞ্চারিত হবে অর্থাৎ উৎপাদ অধিক উৎপন্ন হবে। একইভাবে উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে অর্থাৎ বিক্রিয়ক অধিক উৎপন্ন হবে।

57. **$ZY_5(g) \rightleftharpoons ZY_3(g) + Y_2(g)$ তাপ [$\Delta H = +ve$]** **[Din.B'21; MB'21]**

$ZY_5(g)$ এর বিয়োজন মাত্রা 0.30 এবং মোট চাপ 1.0 atm.

(গ) বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি থেকে কীভাবে সর্ব্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $ZY_5(g) \rightleftharpoons ZY_3(g) + Y_2(g)$

বিক্রিয়ার শুরুতে: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $1-0.3$ 0.3 0.3

$\alpha = 0.30$; মোট বিয়োজন $x = a\alpha = 1 \times 0.30 = 0.30$ mol

মোট মোল সংখ্যা n =1.3 ; মোট চাপ P = 1 atm; $K_P = \frac{\left(\frac{0.3}{1.3}\times 1\right)\left(\frac{0.3}{1.3}\times 1\right)}{\left(\frac{0.7}{1.3}\times 1\right)} = 0.0989$ atm.

ঘ. তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, সাম্যাবস্থায় তাপ প্রদান করা হলে সাম্যবস্থা ডানে সরে যায় অর্থাৎ বেশি উৎপাদ উৎপন্ন হয়।
আবার, এখানে $\Delta n = 2 - 1 = 1$ অর্থাৎ উৎপাদের মোলসংখ্যা বিক্রিয়কের মোলসংখ্যা অপেক্ষা বেশি। তাই চাপ প্রয়োগে সাম্যাবস্থা বামে সরে যায় অর্থাৎ উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস পায়।
এক্ষেত্রে চাপ বাড়ালে বা কমালে বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের কোন পরিবর্তন ঘটেনা। Kp এর মান তাপমাত্রার পরিবর্তন ছাড়া সর্বদা ধ্রুবক থাকে। ভ্যান্টহফ সমীকরণ অনুযায়ী তাপমাত্রা বাড়ালে তাপহারী বিক্রিয়ায় সাম্যধ্রুবকের মান বাড়ে। সেক্ষেত্রে $K_c = \frac{[Y_2][ZY_3]}{[ZY_5]}$ কেবল $[Y_2]$ও [ZY] এর মান বাড়লেই সাম্যধ্রুবক K_c বাড়বে। তাই তাপমাত্রা বাড়লে তাপহারী বিক্রিয়ায় উৎপাদের পরিমাণ বাড়ে। আবার চাপ কমলে K_c ধ্রুব থাকে। সেক্ষেত্রে চাপ কমলে আয়তন বাড়ে এবং ঘনমাত্রা কমে, K_c এর রাশিমালার $K_c = \frac{[ZY_3]\times[Y_2]}{[ZY_5]}$ লবের ঘনমাত্রা কমে যায় তাই K_c ধ্রুব রাখতে উৎপাদের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই বিক্রিয়াটি হতে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়ার শর্ত নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা।

Zahid Sir

58. [Din.B'21]

X	Y	Z
50 mL 0.175 M মিথানোয়িক এসিড	50 mL 0.09 M কষ্টিক সোডা	X + Y

$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$

(গ) Z-পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব কর।

(ঘ) Z- পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. Z-পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। উত্তর: pH = 3.77

ঘ. Z- পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH মানের বিশেষ পরিবর্তন হবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ। উত্তর: HA = HCOOH

59. $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$; $\Delta H = +ve$ [MB'21]

(গ) সাম্যাবস্থায় AB_5 এর α মোল বিয়োজিত হলে K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

উত্তর

গ.

	$AB_5(g)$	$\rightleftharpoons AB_3(g)$	$+ B_2(g)$
বিক্রিয়ার শুরুতে:	1	0	0
সাম্যাবস্থায়:	$1-\alpha$	α	α

প্রাথমিক ঘনমাত্রা 1 হওয়ায় মোট বিয়োজন = বিয়োজন মাত্রা অর্থাৎ, x = α

$\therefore n = 1 + \alpha$ (মোট মোল সংখ্যা)

ধরি, মোট চাপ P; $K_p = \frac{\frac{\alpha^2}{(1+\alpha)^2}\times P^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\times P} = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$ [AB_5 এর আদি মোল 1 mol ধরে]

60. [MB'21]

পর্যায় ↓ / গ্রুপ→	11	17
1		
2		P
3		Q
4	M	R

(ঘ) উদ্দীপকের P, Q ও R এর হাইড্রাসিডের তীব্রতার ক্রম বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

ঘ. এখানে P হলো F, Q হলো Cl ও R হলো Br। বাকী অংশ 13 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।

61. [MB'21]

$0.002M\ H_2CO_3$
$0.025M\ HCO_3^-$

মানুষের রক্ত

[H_2CO_3 এর $K_a = 3.98 \times 10^{-7}$]

(গ) রক্তের pH গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপক দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষারক যোগ করলে pH এর মান পরিবর্তিত হবে কিনা - বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $pH = pK_a + \log\frac{[Salt]}{[Acid]} = -\log_{10}(3.98 \times 10^{-7}) + \log\frac{0.025}{0.002} = 7.5$

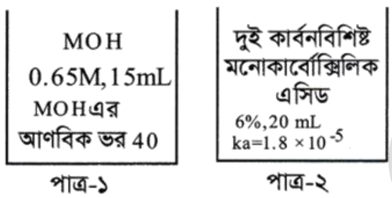
Zahid Sir

ঘ. এখানে রক্তের বাইকার্বনেট বাফার সিস্টেম দেখানো হয়েছে।

(i) রক্তের অম্লজাতীয় খাদ্যরস যুক্ত হওয়া: অম্লজাতীয় খাদ্য যেমন: অধিক লেবুর রস গ্রহণে অথবা রক্তে কোনো এসিড জাতীয় দ্রবণ শোষিত হলে অর্থাৎ H^+ আয়ন যুক্ত হলে তা HCO_3^- আয়ন দ্বারা নিম্নোক্ত বিক্রিয়া অনুসারে প্রশমিত হয়।
$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq)$; উৎপন্ন অস্থায়ী কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) পরে বিয়োজিত হয়ে পানি ও CO_2 গ্যাসে পরিণত হয়। ফুসফুসের মাধ্যমে নিঃশ্বাসে CO_2 মুক্ত হয়।

(ii) রক্তে ক্ষার জাতীয় খাদ্যরস যুক্ত হওয়া: অপরদিকে ক্ষারজাতীয় খাদ্যরস বা ওষুধ প্রয়োগের ফলে রক্তে OH^- আয়ন বৃদ্ধি পেলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া দ্বারা তা প্রশমিত হয়। $OH^-(aq) + H_2CO_3(aq) \rightarrow HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$

এরূপে রক্তের বাইকার্বনেট কার্বনিক এসিড বাফার দ্রবণ রক্তের pH এর মান 7.4 এর মধ্যে নিয়ন্ত্রিত রাখে।

62. 

[DB'19]

(ঘ) পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তিত হবে কী? তোমার উত্তর গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

ঘ. পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রিত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তিত হবে না।
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ 36 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ। উত্তর: pH = 4.723 অপরিবর্তীত থাকবে।

63. **$MX_5(g) \rightleftharpoons MX_3(g) + X_2(g)$ -তাপ; এখানে, MX_5 এর বিয়োজনমাত্রা 80% এবং বিক্রিয়া পাত্রের আয়তন 2L।** **[DB'19]**

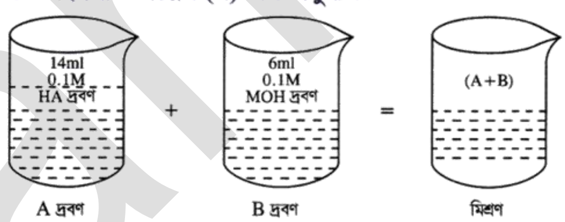
(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_c নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন শর্তে অধিক উৎপাদ পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_c নির্ণয় 53 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। উত্তর: $1.6\ molL^{-1}$

ঘ. অধিক উৎপাদ পাওয়ার শর্ত 37 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

64. 

[RB'19]

(গ) A দ্রবণের pH এর মান কত? $[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$

(ঘ) A ও B দ্রবণের মিশ্রণের প্রকৃতি pH গণনার মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

$pH = -\log[H^+] = -\log(\alpha C) = -\log\sqrt{K_a \times C} = \log(\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}) = 2.8724$

ঘ. A ও B দ্রবণের মিশ্রণের প্রকৃতি pH গণনার মাধ্যমে বিশ্লেষণ 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। উত্তর: $pH = 4.62 < 7$
∴ মিশ্রণটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ

65. **$AX_{5(g)} \underset{30°C}{\overset{1.5atm}{\rightleftharpoons}} AX_{3(g)} + X_{2(g)}; \Delta H = (+)ve.$** **[RB'19]**

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_p রাশিমালা উপপাদন কর।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর ক্রিয়াশীল নিয়ামকগুলির সহায়ক প্রভাবক বিশ্লেষণ কর।

Zahid Sir

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_p রাশিমালা উপপাদন 59 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।

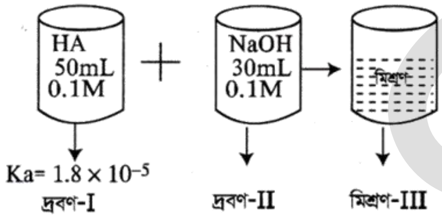
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া:

$AX_{5(g)} \rightleftharpoons AX_{2(g)} + X_{2(g)} \quad \Delta H = +Ve$

সাম্যাবস্থায় তাপের প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপহারী। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়া ডানে অগ্রসর হয়ে সম্মুখগামী বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। আর তাপমাত্রা হ্রাস করলে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।

সাম্যাবস্থায় চাপের প্রভাব: বিক্রিয়ায় গ্যাসীয় মোলসংখ্যা উৎপাদে বৃদ্ধি পায় তাই চাপ বাড়ালে বিক্রিয়া পশ্চাৎ দিকে অগ্রসর হয় আর চাপ হ্রাস করলে বিক্রিয়া সামনের দিকে অগ্রসর হয়।

66. [Ctg.B'19]



(ঘ) মিশ্রণে সামান্য ও বেশি পরিমাণে এসিড পৃথকভাবে যোগ করলে pH এর কোনো পরিবর্তন হবে কিনা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণ বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করে। বাফার দ্রবণের pH মান নির্দিষ্ট থাকে।

$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

দ্রবণের মিশ্রণে $(30 \times 0.1) = 3$ milli mol লবণ NaA ও $(50 \times 0.1 - 30 \times 0.1) = 2$ milli mol এসিড HA থাকে। এটি দুর্বল এসিড ও তার অনুবন্ধী ক্ষারের বাফার দ্রবণ তথা অম্লীয় বাফার দ্রবণ।

বাফারের $pH = pK_a + \log\frac{[NaA]}{[HA]} = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\frac{3}{2} = 4.92$

অল্প মাত্রার এসিড সংযোগে: HA দুর্বল এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয় এবং কিছু আয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এ বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ কে যোগ করা হয়, তখন দ্রবণের H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে আরও অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত HA উৎপন্ন করে।

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

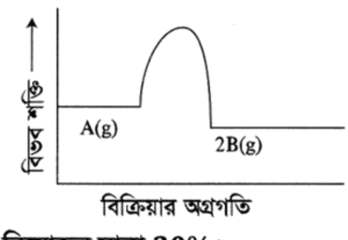
যেহেতু HA মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য তাই HA অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। অতিরিক্ত সংযুক্ত H^+ আয়ন দ্রবণের মধ্যস্থিত অধিক পরিমাণ A^- আয়ন দ্বারা অপসারিত হয়। যে কারণে দ্রবণে pH মান স্থির থাকে।

বেশি পরিমাণে এসিড যোগে: বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণে এসিড যোগ করলে pH প্রায় স্থির থাকে। কিন্তু বেশি পরিমাণে এসিড যোগ করলে বাফার দ্রবণ সঠিকভাবে কাজ করবে না।

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

H^+ এর পরিমাণ খুব বেশি হলে এক সময় A^- এর পরিমাণ শেষ হলেও দ্রবণে অতিরিক্ত H^+ অপ্রশমিত অবস্থায় থাকবে। সেক্ষেত্রে বাফার দ্রবণের pH এর উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন ঘটবে। অর্থাৎ, pH কিছুটা হ্রাস পাবে।

67. [Ctg.B'19]



25°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে A এর বিয়োজন মাত্রা 20%।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে বিক্রিয়াটির K_p নির্ণয় কর।

(ঘ) B এর পরিমাণ বৃদ্ধি করতে তাপমাত্রা ও চাপের একত্রে কী ধরনের পরিবর্তন করতে হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ. $A \rightarrow 2B$ [α =বিয়োজন মাত্রা]

বিক্রিয়ার শুরুতে: $1 \quad 0$

সাম্যাবস্থায়: $1-\alpha \quad 2\alpha$

$\therefore P_A = \frac{1-\alpha}{1-\alpha+2\alpha} \times P = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P \;\; \therefore P_B = \left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P\right)$

$\therefore K_P = \frac{P_B^2}{P_A} = \frac{\frac{4\alpha^2 \times P^2}{(1+\alpha)^2}}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P = \frac{4 \times 0.2^2}{1-0.2^2} \times 1 = 0.16667$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$; $\Delta H = -ve$

তাপের প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া। তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা ডানে অগ্রসর হয়। তাই উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় B এর পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য তাপমাত্রা হ্রাস করতে হবে।

চাপের প্রভাব: বিক্রিয়ায় উৎপাদের মোল সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ একই আয়তনে চাপ বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক পরিমাণ উৎপাদ সৃষ্টির জন্য চাপ হ্রাস করতে হবে। তাহলে B এর দিকে সাম্যাবস্থা সরে গিয়ে B এর পরিমাণ বৃদ্ধি করবে। অর্থাৎ B এর পরিমাণ বৃদ্ধি করতে তাপমাত্রা ও চাপ উভয়ই হ্রাস করতে হবে।

68. **উদ্দীপক:** **[SB'19]**

(i) $2A + 3B_2 = 2AB_3; \Delta H = -700kJ$

(ii) $AB_3 + B_2 = AB_5; \Delta H = -140kJ$

(গ) উপরের (ii) নং বিক্রিয়াটির জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন কর।

(ঘ) AB_5 গঠন বিক্রিয়া তাপোৎপাদী না তাপহারী-উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উপরের (ii) নং বিক্রিয়াটির জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন 45 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।

ঘ. $(i) \div (2) + (ii) \longrightarrow A + \frac{3}{2}B_2 + B_2 = AB_5 \;\; \left[\Delta H = \left(\frac{-700}{2} - 140\right) kJ\right]$

$\Rightarrow A + \frac{5}{2}B_2 = AB_5 \;\; \Delta H = -490\ kJ$

যেহেতু ΔH ঋণাত্মক, ΔH অর্থাৎ AB_5 গঠন বিক্রিয়া তাপোৎপাদী।

69. **উদ্দীপক:** $X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g); K_p = 1\ atm$

(গ) বিক্রিয়াটির 30% বিয়োজিত করতে কত পরিমাণ চাপ প্রয়োজন হবে তা গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে 1.2 atm চাপে ঘটালে X এর শতকরা কত অংশ বিয়োজিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

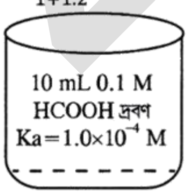
উত্তর

গ. বিক্রিয়াটির 30% বিয়োজিত করতে নির্ণেয় চাপের পরিমাণ 21 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। Ans: P = 10.111 atm

ঘ. $K_P = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2} \Rightarrow 1 = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} \times 1.2 \Rightarrow 1 - \alpha^2 = 1.2\alpha^2$

$\therefore \alpha^2 = \frac{1}{1+1.2} \;\; \therefore \alpha = 0.6742 = 67.42\%$

70. **[BB'19]**



দ্রবণ-I

দ্রবণ-II

(ঘ) দ্রবণ দুটির মিশ্রণের pH মানের সমান pH এর 1 লিটার HCl দ্রবণ কীভাবে প্রস্তুত করা যায়? বর্ণনা কর।

Zahid Sir

উত্তর

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণের মিশ্রণের, $pH = pK_a + \log\frac{salt}{acid} = -\log(10^{-4}) + \log\frac{5}{10} = 3.698$

HCl এর ঘনমাত্রা $= 10^{-3.698} = 2 \times 10^{-4} molL^{-1}$

$\therefore$ HCl এর পরিমাণ $= 2 \times 10^{-4}\ 36.5g = 7.3 \times 10^{-3}g$

71. ইথানল উৎপাদনের দুটি পদ্ধতি নিম্নরূপ:

প্রথম অংশ:

(i) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[20-25^\circ C]{\text{জাইমেজ}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$

(ii) $C_2H_5Br + KOH \xrightarrow[50-60^\circ C]{} C_2H_5OH + KBr$

দ্বিতীয় অংশ:

$A_2(g) + B_2)(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$; 2L আয়তনের পাত্রে 450°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় আছে। সাম্যাবস্থায় মোট মোলের 10.5% AB রয়েছে। **[BB'19]**

(গ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় অংশের বিক্রিয়াটির K_c এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) ইথানল উৎপাদনের কোন পদ্ধতিটি গ্রিন কেমিস্ট্রির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

গ.

	$A_2(g) +$	$B_2(g) \rightleftharpoons$	$2AB$
শুরুতে:	a	a	0
সাম্যাবস্থায়:	a − x	a − x	2x

মোট মোল: $= (a - x + a - x + 2x) = 2a$

$2x = \frac{10.5}{100} \times 2a; \ x = 0.105a$

প্রশ্নমতে, $K_c = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\left(\frac{a-x}{2}\right)^2} = \frac{4x^2}{(a-x)^2} = \frac{4\times0.105^2\times a^2}{a^2(1-0.105)^2} = 0.055.$

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে, এটম ইকোনোমি, $AE = \frac{2\times(12\times2+5+17)}{12\times6+12+16\times6} \times 100\% = 51.11\%$

২য় ক্ষেত্রে, $AE = \frac{(12\times2+5+17)\times100\%}{(12\times2+5+80)+(39.1+17)} = 27.862\%$

১ম ক্ষেত্রে AE বেশি হওয়ায় ১ম পদ্ধতি গ্রিন কেমিস্ট্রির সাথে অধিক সামঞ্জস্যপূর্ণ।

72. মানবদেহের রক্তরসে বিদ্যমান এসিড ও এর লবণের মোলার ঘনমাত্রার অনুপাত যথাক্রমে 0.06: 1 এবং রক্তের pH মান হলো 7.4। খাদ্যরূপে অম্লধর্মী ফলের রস এবং ঔষধরূপে ক্ষারধর্মী এন্টাসিড সিরাপ সেবণের পরও রক্তের pH মান সর্বদা স্থির থাকে। **[JB'19]**

(গ) উদ্দীপক অনুসারে রক্তরসে বিদ্যমান অম্লটির K_a এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণনামতে pH মান স্থির থাকার কারণ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. $pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow -\log K_a = pH + \log\frac{[acid]}{[salt]} = 7.4 + \log\frac{0.06}{1} = 6.178$

$\therefore K_a = 10^{-6.178} = 6.635 \times 10^{-7}$

ঘ. উদ্দীপকের বর্ণনামতে pH মান স্থির থাকার কারণ বিশ্লেষণ 61 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

73. $2M(g) + N(g) \rightleftharpoons 2L(g);\ \Delta H = -ve \cdots (i)$

$O(g) + P(g) \rightleftharpoons 2Q(g);\ \Delta H = +ve \cdots (ii)$

[M, N, L, O, P এবং Q মৌলের প্রতীক নয়] **[CB'19]**

(গ) উদ্দীপকের L কে পানিতে দ্রবীভূত করলে 0.001M H_2SO_4 দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এই দ্রবণের pOH এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) (i) ও (ii) নং বিক্রিয়ার উৎপাদ বৃদ্ধির কৌশলের বর্ণনা দাও।

উত্তর

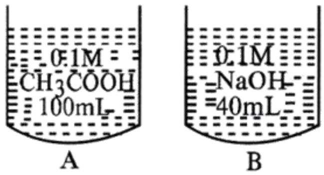
গ. $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$

$\therefore pH = -\log[H^+] = -\log(2 \times 0.001) = 2.69897$

$\therefore pOH = 14 - pH = 11.301$

ঘ. (i) নং বিক্রিয়া: বিক্রিয়া তাপ উৎপাদী, তাই তাপমাত্রা হ্রাস করে উৎপাদন বৃদ্ধি করা যায়। এজন্য একটি অত্যানুকুল তাপমাত্রা নির্দিষ্ট করতে হয়। বিক্রিয়ায় উৎপাদের মোল সংখ্যা কম। তাই উচ্চচাপে উৎপাদের পরিমাণ বেশি হয়। বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে উৎপাদ বাড়ে।

(ii) নং বিক্রিয়া: বিক্রিয়াটি তাপহারী। তাই উচ্চ তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থা ডানে সরে তথা উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা সমান হওয়ায় চাপের কোনো প্রভাব নেই বিক্রিয়াটিতে। বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে উৎপাদ বাড়বে।

74. 

[CB'19]

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

(গ) A পাত্রের দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণকে মিশ্রিত করলে দ্রবণের প্রকৃতি pH নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

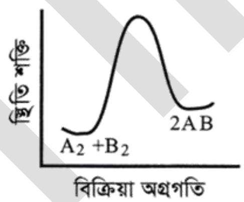
গ. উদ্দীপক অনুসারে $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

আমরা জানি, $C = 0.1$

$[H^+] = \alpha c = \sqrt{\alpha^2 c^2} = \sqrt{\frac{K_a}{c} \times c^2} = \sqrt{k_a c} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.34 \times 10^{-3} \text{mol L}^{-1}$

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণকে মিশ্রিত করলে দ্রবণের প্রকৃতি pH নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ **20 নং প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।**

উত্তর: $pH = 4.5686 \therefore pH < 7$, সুতরাং মিশ্রিত দ্রবণটি অম্লীয় প্রকৃতির।

75. **উদ্দীপক:** 

[Din.B'19]

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

উত্তর

গ. বিক্রিয়াটি: $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$

ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে, সম্মুখ বিক্রিয়ার হার R_f হলে সম্মুখ বিক্রিয়র গতিবেগ, $R_f \propto [A_2] \times [B_2]$ বা $R_f = K_1[A_2] \times [B_2]$

পশ্চাৎ বিক্রিয়ার হার R_b হলে পশ্চাৎ বিক্রিয়ার গতিবেগ, $R_b \propto [AB]^2$ বা, $R_b = K_2[AB]^2$

সাম্যাবস্থায়, $R_f = R_b$ বা, $K_1[A_2] \times [B_2] = K_2[AB]^2$

$\therefore$ সাম্যধ্রুবক, $K = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$

যেহেতু $a = 1$ তাই $x = \alpha$
এজন্য α বা x যে কোনটি ব্যবহার করে প্রতিপাদন করা যাবে।

বিকল্প পদ্ধতি:

$$\underset{\substack{1 \\ (1-\alpha)}}{A_2} + \underset{\substack{1 \\ (1-\alpha)}}{B_2} \rightleftharpoons \underset{\substack{0 \\ 2\alpha}}{2AB}$$

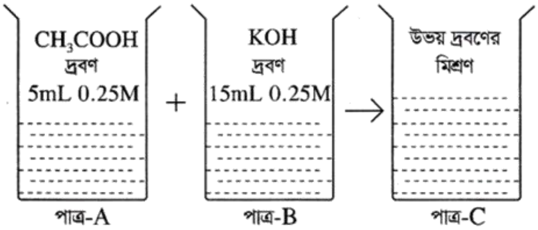
$\therefore n_{total} = 1 - \alpha + 1 - \alpha + 2\alpha = 2$

$$K_c = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{v}\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{v}\right)^2} = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2};\ K_p = \frac{P^2_{AB}}{P_{A_2} \cdot P_{B_2}} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{2}\right)^2 \times P^2}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right)^2 \times P^2} = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$$

$\therefore K_p = K_c = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$

Zahid Sir

76. **[DB'18; SB'18; JB'18; Din.B'18]**



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

(গ) পাত্র A এর দ্রবণের pH গণনা কর।

(ঘ) C পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ HCl দ্রবণ যোগ করলে ঐ দ্রবণের pH মানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ এবং $C = 0.25$ M

আমরা জানি, $pH = -\log[H^+] = -\log\sqrt{K_aC} = -\log(\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times .25}) \therefore pH = 2.67$

ঘ. $\underset{5mL\ 0.25M}{CH_3COOH} + \underset{15ml\ 0.25M}{KOH} \rightarrow CH_3COOK + H_2O$

এখন মিশ্রণে বিদ্যমান $[KOH] = \frac{(15-5)\times.25}{5+15} = 0.125M \therefore [OH^-] = 0.125M$

$\therefore pH = 14 + \log[OH^-] = 13.097$

এ দ্রবণটি সবল ক্ষার ও তার লবণের দ্রবণ, তাই এটি কোনো বাফার দ্রবণ নয়।

যেহেতু এটি বাফার দ্রবণ নয়, সেহেতু সামান্য পরিমাণ HCl যোগ করলেই ঐ দ্রবণের pH এর ব্যাপক হ্রাস ঘটবে।

77. (i) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ + তাপ **[DB'18; SB'18; JB'18; Din.B'18]**

(ii) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ – তাপ

27°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয়।

(গ) (ii) নং বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) তাপমাত্রা বাড়ালে কোন বিক্রিয়ায় সর্বাধিক উৎপাদ পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. N_2O_4 বিয়োজনের K_p এর মান-

$K_p = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2}P = \frac{4\times(0.25)^2}{1-0.25^2} \times 1 = 0.267$ atm

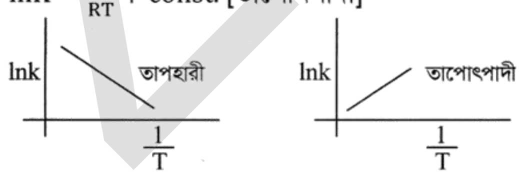
ঘ. (i) নং বিক্রিয়ার জন্য ΔH ঋণাত্মক ও (ii) নং এর জন্য ΔH ধনাত্মক।

লা শাতেলিয়েরে নীতি অনুযায়ী, তাপমাত্রা বাড়ালে তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থা সম্মুখে অগ্রসর হয়ে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত করবে আর তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উল্টা ঘটনা ঘটবে।

তাই (ii) নং বিক্রিয়া থেকেই সর্বাধিক উৎপাদ পাওয়া যাবে।

আবার, $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + const.$ [তাপহারী]

$\ln K = \frac{\Delta H}{RT} + const.$ [তাপোৎপাদী]



অর্থাৎ T (তাপমাত্রা) বাড়লে তাপহারী বিক্রিয়ারই K তথা সাম্যধ্রুবক বাড়ে, ফলে উৎপাদ বাড়ে যা (ii) নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

78. অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ: **[DB'17]**

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g), \Delta H$ = ঋণাত্মক

(গ) উদ্দীপক বিক্রিয়ার K_p নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপক বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর।

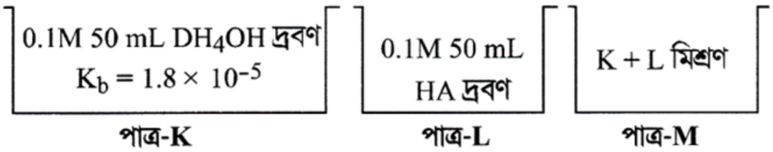
Zahid Sir

উত্তর

গ. উদ্দীপক বিক্রিয়ার K_p নির্ণয় 04 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।

ঘ. উদ্দীপক বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার শর্তসমূহ বিশ্লেষণ 23 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

79. **[DB'17]**



[A ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 17 ও 7]

(ঘ) M পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কী? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

ঘ. M পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর মানের পরিবর্তন ঘটবে না। এর কারণ বিশ্লেষণ 46 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ; উত্তর: pH = 11.78

80. **(1) $A_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2AH_3(g)$ + তাপ** **[RB'17]**

(2) $A_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2AO_2(g)$ – তাপ

(গ) সাম্যাবস্থায় উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটিতে চাপের প্রভাব আলোচনা কর।

(ঘ) (1) ও (2) বিক্রিয়ার তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাম্যাঙ্ক K_p এর পরিবর্তন লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$A_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2\,AH_3(g)$ + তাপ

$A_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\,AO_2(g)$ – তাপ

এখানে বিক্রিয়া দুটির উৎপাদ ও বিক্রিয়ক উভয়েরই ভৌত অবস্থা গ্যাসীয় তাই এদের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব থাকবে। প্রথম বিক্রিয়া হতে আমরা দেখতে পাই যে, 4 mol বিক্রিয়ক থেকে 2 mol উৎপাদ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ একই আয়তনে চাপ হ্রাস পায় তাই চাপ প্রয়োগে বিক্রিয়া সামনের দিকে অগ্রসর হয়। কিন্তু দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় অণু সংখ্যার কোন পরিবর্তন না হওয়ায় এ বিক্রিয়ায় চাপের কোন প্রভাব নাই।

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটি-

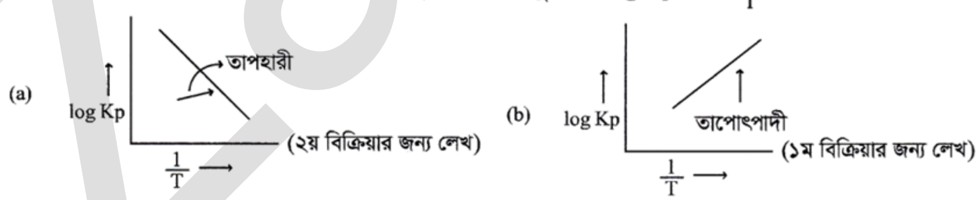
$A_2(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons 2\,AH_3(g)$ + তাপ

$A_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2AO_2(g)$ – তাপ

এখানে (i) নং বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। কিন্তু (ii) নং বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া।

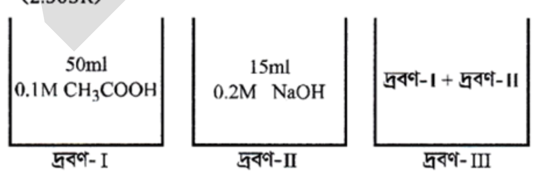
ভ্যান্ট হফের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, $\log K_P = -\frac{\Delta H}{2.303RT}$ + ধ্রুবক

ভ্যান্ট হফের সমীকরণ একটি সরলরৈখিক সমীকরণ। সুতরাং $\log K_P$ বনাম $\frac{1}{T}$ গ্রাফ আঁকলে সরলরেখা পাওয়া যায়।



$m = \left(\frac{-\Delta H}{2.303R}\right)$ এখানে, ΔH এর মান ঋণাত্মক বিধায় সামগ্রিক মান ধনাত্মক হয়।

81. **[RB'17]**



(গ) II নং দ্রবণের pH হিসাব কর।

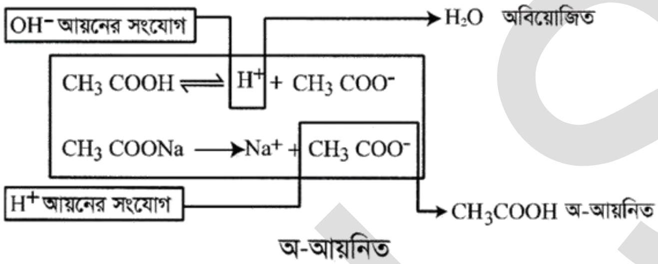
(ঘ) III নং দ্রবণে অল্প পরিমাণ H^+ বা OH^- যোগ করা সত্ত্বেও দ্রবণের pH এর পরিবর্তন হয় না– যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা কর।

Zahid Sir

উত্তর

গ. (ii) নং দ্রবণে বিদ্যমান 15ml 0.2 M NaOH
NaOH জলীয় দ্রবণে নিম্নোক্তভাবে বিয়োজিত হয়-
$NaOH \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
অর্থাৎ 1 mol NaOH হতে 1 mol OH^- আয়ন উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে OH^- এর ঘনমাত্রা = 0.2M
এখন, $[OH^-] = 0.2$
$\therefore pOH = -\log[OH^-] = -\log(0.2) = 0.69897$
আমরা জানি, $pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 0.69897 = 13.30$

ঘ. III নং দ্রবণে অল্প পরিমাণ H^+ বা OH^- যোগ করা সত্ত্বেও দ্রবণের pH এর পরিবর্তন হয় না। যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।**

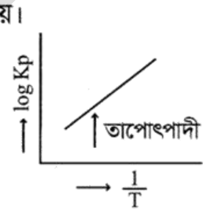


82. **(i) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$; $\Delta H = -ve$** **[RB'17]**
(ii) $PX_5(g) \rightleftharpoons PX_3(g) + X_2(g)$; $\Delta H = +ve$
(গ) উদ্দীপকের (ii) নং সমীকরণের K_p-এর রাশিমালা নির্ণয় কর।
(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয়ের সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব আলোচনা করে লেখচিত্রের সাহায্যে তা ব্যাখ্যা কর।

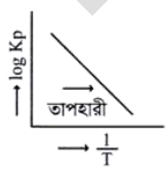
উত্তর

গ. উদ্দীপকের (ii) নং সমীকরণের K_p-এর রাশিমালা নির্ণয় **59 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।**

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয় নিম্নরূপ:
(i) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$; (ii) $PX_5(g) \rightleftharpoons PX_3(g) + X_2(g); \Delta H = +ve$
এখানে ১ম বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী ও ২য় বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া।
ভ্যান্ট হফ- এর সমীকরণ হতে আমরা জানি,
$\log K_P = -\frac{\Delta H}{2.303\, RT} +$ ধ্রুবক; $y = mx + c$ আকারের
এখানে $\Delta H = -Ve$ অর্থাৎ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী বলে ঢালের মান ধনাত্মক এবং এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে ঢালের মান হ্রাস পায় অর্থাৎ তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি পেছন দিকে যায়।



$m = -\frac{\Delta H}{2.303R}$, ΔH এর মান ঋণাত্মক হওয়ায় সামগ্রিক মান ধনাত্মক হয়।
পক্ষান্তরে, $\Delta H = +ve$ অর্থাৎ, তাপহারী বিক্রিয়া বলে ঢালের মান ঋণাত্মক হয় তাই তাপমাত্রা বাড়ালে ঋণাত্মক ঢাল বৃদ্ধি পায় ফলেভ্যান্ট হফ- এর সমীকরণ হতে পাই, $\log K_P = \left(\frac{-\Delta H}{2.303R}\right) \times \frac{1}{T} +$ ধ্রুবক। $y = mx + c$ আকারের



এখানে, ΔH এর মান ধনাত্মক হওয়ায় ঢাল এর সামগ্রিক মান ঋণাত্মক হয়।

আর এভাবেই তাপমাত্রার সাথে সাম্যধ্রুবক সম্পর্কিত।

Zahid Sir

83. $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ **[Ctg.B'17]**

$K_a = 1.8\times10^{-5}$.

(গ) **0.1M মাত্রার HA দ্রবণের pH হিসাব কর।**

(ঘ) **উদ্দীপকে উল্লেখিত এসিডটির একটি বাফার দ্রবণ তৈরি করে এর বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর

গ. এখানে, $HA + H_2O \leftrightharpoons H_3O^+ + A^-$; $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$; আমরা জানি, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = 0.0134$

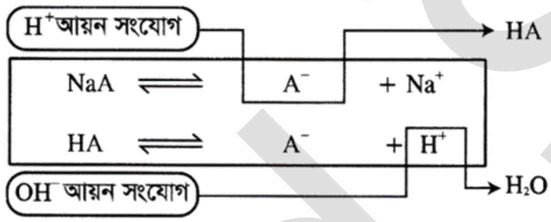
এবং $[H^+] = C\alpha = 0.0134 \times 0.1 = 1.34 \times 10^{-3}$ M

অর্থাৎ $pH = -\log[H^+] = -\log(1.34 \times 10^{-3}) = 2.872$

ঘ. প্রদত্ত এসিডটিতে $k_a = 1.8 \times 10^{-5}$; এটি একটি দুর্বল এসিড। তাই এর বিয়োজন সমীকরণ হবে,

$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ এর বাফার ক্রিয়া নিম্নরূপ :

HA + NaA হবে প্রদত্ত এসিড এর বাফার দ্রবণ। $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$; $NaA \longrightarrow Na^+ + A^-$

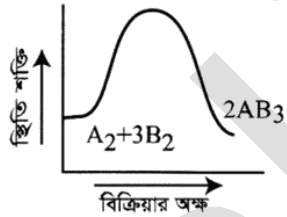


H^+ যোগে: $A^- + H^+ \rightleftharpoons HA$

OH^- যোগে: $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$; $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

এভাবে যোগকৃত H^+ কে A^- এবং যোগকৃত OH^- কে H^+ প্রশমিত করে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী HA গঠিত (H^+ যোগে) বা আয়নিত (OH^- যোগে) হয়। ফলে দ্রবণের pH অপরিবর্তিত থাকে এবং দ্রবণটি বাফার হিসেবে কাজ করে।

84. **[SB'17]**



একটি পাত্রে 520°C তাপমাত্রা এবং 180 বায়ুচাপে 22% AB_3 আছে।

(গ) **উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p নির্ণয় কর।**

(ঘ) **উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি থেকে কিভাবে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ কর।**

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি

	A_2	+	$3B_2$	$\rightleftharpoons$	$2AB_3$
প্রাথমিক অবস্থায়:	1		3		0
সাম্যাবস্থায়:	$(1-\alpha)$		$(3-3\alpha)$		2α

মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + 3 - 3\alpha + 2\alpha = 4 - 2\alpha$

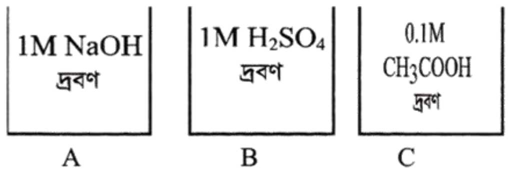
শর্তমতে, $\frac{2\alpha}{4-2\alpha} = 0.22$; $\alpha = 0.36$

এখন, $K_p = \frac{\left(\frac{2\alpha}{4-2\alpha}\times180\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{4-2\alpha}\times180\right)\times\left(\frac{3-3\alpha}{4-2\alpha}\times180\right)^3} = 3.8 \times 10^{-5}atm^{-2}$

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি থেকে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়ার শর্তসমূহ 23 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

Zahid Sir

85. [SB'17]



CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

(গ) C পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় কর।

উত্তর

গ. C পাত্রের দ্রবণের রাসায়নিক উপাদান অর্থাৎ এসিডটি নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়-

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

দেওয়া আছে, CH_3COOH এর ঘনমাত্রা $C = 0.1M$

CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

H^+ এর ঘনমাত্রা $[H^+] = \alpha C$

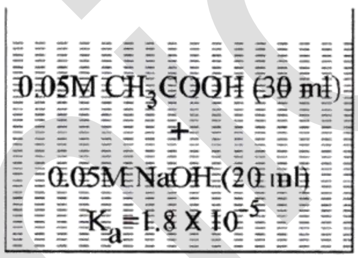
আবার, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{0.1}} = 1.3416 \times 10^{-2}$

$[H^+] = \alpha c = [H^+] = 1.3416 \times 10^{-2} \times 0.1 = 1.3416 \times 10^{-3}M$

$pH = -\log[H^+] = -\log(1.3416 \times 10^{-3}) = 2.872$

∴ C পাত্রের দ্রবণের $pH = 2.872$

86. [BB'17]



(গ) উদ্দীপক দ্রবণের pH কিভাবে নির্ণয় করবে?

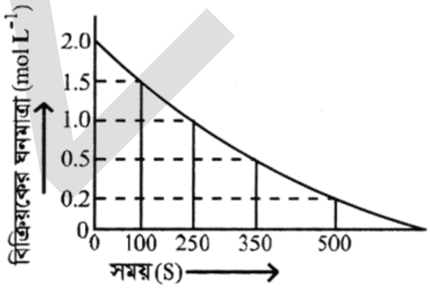
(ঘ) উদ্দীপক দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তিত হবে কি? কারণসহ লিখ।

উত্তর

গ. উদ্দীপক দ্রবণের pH নির্ণয় 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। উত্তর: $pH = 5.046$

ঘ. উদ্দীপক দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH বিশেষ পরিবর্তিত হবে না। এর কারণ 20 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

87. [BB'17]



(I)

$X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g); \Delta H = +54$ kJ

(II)

(ঘ) উদ্দীপক (ii) এর বিক্রিয়াটি চাপ ও তাপমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়– ব্যাখ্যা কর।

Zahid Sir

উত্তর

ঘ. উদ্দীপক (ii) নং এর বিক্রিয়াটি, $X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY(g);\ \Delta H = +54\ kJ$
এই বিক্রিয়ার উপরে তাপ ও চাপ উভয়ের প্রভাবই রয়েছে।
তাপের প্রভাব:
এখানে আমরা দেখতে পাই যে, এই বিক্রিয়ায় $\Delta H = +54\ kJ$। অর্থাৎ বিক্রিয়াটি তাপহারী। এখানে বন্ধন ভাঙতে যে পরিমাণ শক্তি লাগে বন্ধন সৃষ্টিতে তার চেয়ে কম শক্তি নির্গত হয়। আর তাই বিক্রিয়াটিতে তাপ শোষিত হয়। তাই তাপ প্রয়োগ করলে বিক্রিয়াটি সামনের দিকে যাবে।
চাপের প্রভাব:
আমরা জানি, বিক্রিয়ক ও উৎপাদের কোনটিরই ভৌত অবস্থা গ্যাসীয় না হলে ঐ বিক্রিয়ায় চাপের কোনো প্রভাব থাকে না। এখানে বিক্রিয়ক ও উৎপাদ সকলের ভৌত অবস্থায় গ্যাসীয় আর তাই এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব রয়েছে। আর বিক্রিয়া হতে আমরা পাই, 1 mol থেকে 2 mol এ পরিণত হয়েছে। অর্থাৎ, উৎপাদে মোল সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে। ফলে, একই আয়তনে চাপ বৃদ্ধি পেয়েছে। তাই এ বিক্রিয়ায় চাপ প্রয়োগ করলে বিক্রিয়াটি পেছনের দিকে যাবে।
আর এভাবেই উক্ত বিক্রিয়া তাপ ও চাপের উপর নির্ভরশীল।

88. $\mathbf{2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2, \Delta H = +Ve}$ **[JB'17]**
বিক্রিয়ায় O_2 এর ঘনমাত্রা সময়ের সাথে নিম্নরূপে পরিবর্তিত হয়–

সময় (সেকেন্ড)	ঘনমাত্রা ($mol\ dm^{-3}$)
500	0.22×10^{-2}
1,000	0.37×10^{-2}

(ঘ) বিক্রিয়াটিতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

ঘ. উদ্দীপকের গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়াটি: $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)\ ;\ \Delta H = +ve$
এ বিক্রিয়াটি হতে লক্ষণীয় যে,
১. এটি একটি উভমুখী বিক্রিয়া ২. তাপহারী বিক্রিয়া ৩. আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে ঘটে।
বিক্রিয়াটি হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার জন্য নিম্নোক্ত কৌশল অবলম্বন করতে হবে-
অত্যানুকূল তাপমাত্রা: বিক্রিয়াটি তাপহারী হওয়ায় লা-শাতেলিয়ের নীতি অনুযায়ী তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বাম থেকে ডান দিকে গমন করবে। ফলে NO_2 ও O_2 উৎপাদন বেড়ে যাবে। শিল্পের জন্য লাভজনক হয় এমন একটি তাপমাত্রা এক্ষেত্রে বিবেচিত হয়।
অত্যানুকূল চাপ: সমীকরণ অনুযায়ী সম্মুখমুখী বিক্রিয়াতে আয়তনের প্রসারণ ঘটেছে। কাজেই চাপ বাড়ালে লা-শাতেলিয়ের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডান থেকে সরে বাম দিকে যাবে। এতে উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস পাবে। কাজেই নিম্ন চাপে বিক্রিয়াটি সংঘটিত হলে NO_2 ও O_2 উৎপাদন সর্বোচ্চ হবে।
প্রভাবক: বিক্রিয়ার অত্যানুকূল তাপমাত্রা ও চাপে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে দ্রুত সাম্যাবস্থায় পৌঁছানোর জন্য উপযুক্ত প্রভাবক ব্যবহার করতে হবে।
ঘনমাত্রা: দ্রবণে N_2O_5 এর পরিমাণ বৃদ্ধি করতে হবে। তাহলে উৎপাদও পরিমাণে বাড়বে।

89. $\mathbf{PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), \Delta H = +Ve}$ **[CB'17]**
PCl_5 বিক্রিয়কটি 30°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে 15% বিয়োজিত হয়।
(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর।
(ঘ) সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটিতে তাপ ও চাপের পরিবর্তন ঘটলে উৎপাদের পরিমাণের পরিবর্তন ঘটে কি না? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় **39 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ**। উত্তর: $K_P = 0.0345$ atm।
ঘ. **সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটিতে তাপ ও চাপের পরিবর্তনের ফলে উৎপাদের পরিমাণের পরিবর্তন ঘটে। এর কারণ বিশ্লেষণ 53 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।**

Zahid Sir

90. [CB'17]

0.1M HCl দ্রবণ	ডেসিমোলার কস্টিক সোডা দ্রবণ	0.1M HF দ্রবণ
A পাত্র	B পাত্র	C পাত্র

(গ) উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব কর।

উত্তর

গ. উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।**

91. [Din.B'17]

20 ml 0.1M H_2SO_4	6ml 0.025M NaOH	150mL 0.85M CH_3COOH $K_a=1.85\times10^{-5}$
A	B	C

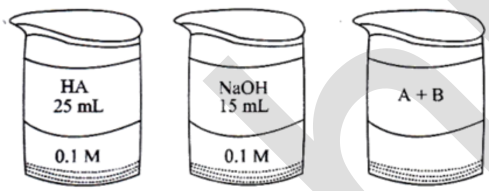
(গ) (B + C) মিশ্রণের pH গণনা কর।
(ঘ) (A + B) মিশ্রণের প্রকৃতি কিরূপ হবে তা বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. (B + C) মিশ্রণের pH গণনা **20 নং বোর্ড প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ।** উত্তর: pH = 1.804

ঘ. A পাত্রে রয়েছে 20mL 0.1 M H_2SO_4 এবং B পাত্রে রয়েছে 6 mL 0.025 M NaOH এদেরকে মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো, $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$ বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, 2 mole NaOH 1 mole H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে।
এখন, $20mL\ 0.1M\ H_2SO_4 \equiv (20\times0.1)mL\ 1M\ H_2SO_4 = 2mL\ 1M\ H_2SO_4$
$6mL\ 0.025M\ NaOH = (6\times0.025)mL\ 1M\ NaOH = 0.15mL\ 1M\ NaOH$
সুতরাং, 0.15mL 1M NaOH প্রশমনের জন্য প্রয়োজন $\frac{0.15}{2}$ mL 1M বা 0.075mL 1M H_2SO_4।
সুতরাং মিশ্রণে অবশিষ্ট থাকবে (2 − 0.075)mL বা 1.925mL 1M H_2SO_4।
যেহেতু দেখা যাচ্ছে বিক্রিয়া মিশ্রণে H_2SO_4 অবশিষ্ট থাকে তাই প্রাপ্ত (A + B) মিশ্রণে বিদ্যমান অবশিষ্ট H_2SO_4 এর ফলে মিশ্রণটির প্রকৃতি অম্লীয় হবে।

92. [Din.B'17]



পাত্র-A **পাত্র-B** **পাত্র-C**

(গ) পাত্র A দ্রবণের pH হিসাব কর। ($K_a = 1.8\times10^{-4}$)
(ঘ) উদ্দীপকের C পাত্রে সামান্য HCl যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তন হবে কিনা-কারণসহ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

গ. A পাত্রের এসিডটি নিম্নোক্তভাবে বিয়োজিত হয়- $HA \leftrightharpoons H^+ + A^-$
যেহেতু বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.8\times10^{-4}$
অর্থাৎ এটি একটি মৃদু এসিড তাই পুরোপুরি বিয়োজিত হবে না।

	HA	⇋ H^+	+ A^-
বিক্রিয়ার শুরুতে:	C	0	0
সাম্যাবস্থায়:	$C - C\alpha$	$C\alpha$	$C\alpha$

ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে, $K_a = \frac{C\alpha.C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$
দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্য বিধায়, $1-\alpha\approx1 \therefore \alpha=\sqrt{\frac{K_a}{C}}$
আবার $H^+ = C\alpha = C\sqrt{\frac{K_a}{C}} = 0.1\times\sqrt{\frac{1.8\times10^{-4}}{0.1}} = 4.24\times10^{-3}$
অর্থাৎ $pH = -\log(4.24\times10^{-3}) = 2.37$

ঘ. উদ্দীপকের C পাত্রে সামান্য HCl যোগ করলে দ্রবণের pH বিশেষ পরিবর্তন হবে না। এর কারণ **36 নং বোর্ড প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ**
উত্তর: pH = 3.92

ZAHID'S CHEM CLINIC
CHEMISTRY HATERS OFFICIAL
Zahid Sir

এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ MCQ প্র্যাক্টিস প্রবলেম

01. এসিড বিয়োজন ধ্রুবকের বৈশিষ্ট্য নিচের কোনটি?
(a) এটি তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল
(b) এটি চাপের উপর নির্ভরশীল
(c) এটি বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণের উপর নির্ভরশীল
(d) এটি প্রভাবকের উপর নির্ভরশীল

02. $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -92kJ$
বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে –
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সাম্য বামে যায়
(ii) K_c এর একক হবে L^2mole^{-2}
(iii) K_p ও K_c এর সম্পর্ক: $K_c = K_p(RT)^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

03. কস্টিক সোডার ডেসিমোলার দ্রবণের pH কত?
(a) 2 (b) 1 (c) 13 (d) 14

04. নিচের কোন এসিডটির K_a এর মান সবচেয়ে বেশি?
(a) H_2SO_4 (b) $HBrO_4$ (c) HNO_3 (d) $HClO_4$

05. রাসায়নিক সাম্যাবস্থার ক্ষেত্রে-
(i) বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রার অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে
(ii) সম্মুখ ও পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগ সমান হয়
(iii) তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে সাম্যধ্রুবক একই থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. ভিনেগারে pK_a এর মান কত?
(a) 4.74 (b) 5.80 (c) 7.61 (d) 6.43

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2AB_2(g)\ ;\ \Delta H = +ve$
বিক্রিয়াটি 25°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে একটি পাত্রে সংঘটিত হয়। সাম্যাবস্থায় A_2B_4 এর বিয়োজনের পরিমাণ 18.5% ।

07. বিক্রিয়াটির K_p এর মান (atm) কত?
(a) 0.132 (b) 0.142 (c) 0.152 (d) 0.162

08. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে-
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাঙ্ক বৃদ্ধি পায়
(ii) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে E_a এর মান বৃদ্ধি পায়
(iii) বিক্রিয়কের শক্তি উৎপাদের শক্তি অপেক্ষা কম হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i,ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2(g); \Delta H = +57\ kJ\ mol^{-1}$

09. এই বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় —
(i) চাপ বৃদ্ধি করলে মিশ্রণের উপাদানগুলোর মোট মোল সংখ্যা হ্রাস পায়
(ii) স্থির তাপমাত্রায় চাপ পরিবর্তন করলে সাম্যাঙ্ক হ্রাস পায়
(iii) তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

10. সাম্যাবস্থার পরিবর্তনের নিয়ামক হল —
(i) তাপমাত্রা (ii) চাপ (iii) ঘনমাত্রা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

11. নিচের কোনটি সঠিক বিক্রিয়া?
(a) $H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2HI\ (g)$
(b) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
(c) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(l)$
(d) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(s)$

12. অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্রটি প্রযোজ্য–
(i) মৃদু এসিড বা মৃদু ক্ষারকের জন্য
(ii) মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের দ্রবণের ক্ষেত্রে
(iii) অসীম লঘু দ্রবণের ক্ষেত্রে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons SO_3$; 600°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির K_C এর মান 61.7 $mol^{-\frac{1}{2}}\ L^{\frac{1}{2}}$ হলে K_p-এর মান কত?
(a) 724 $Pa^{-\frac{1}{2}}$ (b) 0.724 $Pa^{-\frac{1}{2}}$
(c) 7.24 $Pa^{-\frac{1}{2}}$ (d) 72.4 $Pa^{-\frac{1}{2}}$

14. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$; এ বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক
(a) $K_p = K_c$ (b) $K_c = 2K_p$
(c) $K_p = 2K_c$ (d) $K_c = \frac{1}{2}K_p$

15. একটি দ্রবণের $[OH^-]$ আয়নের ঘনমাত্রা $8.2 \times 10^{-4}molL^{-1}$ হলে উক্ত দ্রবণের pH মান কত?
(a) 10.91 (b) 9.91 (c) 10.13 (d) 9.13

16. বাফার দ্রবণ হলো–
(i) CH_3COOH ও CH_3COONa এর মিশ্রণ
(ii) HCl ও NaCl এর মিশ্রণ
(iii) NH_4OH ও NH_4Cl এর মিশ্রণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iii (c) i, iii (d) ii, iii

Zahid Sir

17. অম্লের তীব্রতা নির্ভর করে–
(i) বিয়োজন ধ্রুবকের উপর
(ii) অনুবন্ধী ক্ষারকের স্থায়িত্বের উপর
(iii) কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ মানের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. 0.1 M হাইড্রোসায়ানিক এসিডের বিয়োজন মাত্রা 2.5% হলে দ্রবণের pH কত?
(a) 1.3 (b) 7.2 (c) 2.6 (d) 11.4

19. সেমিমোলার OH^- দ্রবণের pOH কত?
(a) 0.03 (b) 0.20 (c) 0.30 (d) 0.50

20. $CaCO_3(s) = CaO(s) + CO_2(g)$; বিক্রিয়াটির K_c এর রাশিমালা হলো -
(a) $K_c = \frac{[CaO]}{[CaCO_3]}$ (b) $K_c = \frac{[CaO][CO_2]}{[CaCO_3]}$
(c) $K_c = [CO_2]$ (d) $K_c = [CaO]$

21. কোনো বাফার দ্রবণে সম ঘনমাত্রার HF ও NaF আছে। HF এর $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$ হলে বাফার দ্রবণটির pH কত হবে?
(a) 3.167 (b) 5.167 (c) 7.833 (d) 10.833

22. $2N_2O_4 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$ বিক্রিয়াটির K_p এর একক কোনটি?
(a) atm^{-1} (b) atm^2 (c) atm^3 (d) atm^{-3}

23. pH কমে গেলে জমিতে ব্যবহৃত হয়–
(i) চুন (ii) ক্যালসিয়াম সার
(iii) ম্যাগনেসিয়াম সার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i,ii, iii

24. একটি HCl দ্রবণের pH এর মান 3.0 দ্রবণটিকে 10 গুণ লঘু করা হলে pH এর মান কত হবে?
(a) 0.3 (b) 2.0 (c) 4.0 (d) 13.0

25. মানুষের পাকস্থলীর রসের pH কত?
(a) 0 (b) 1.5 – 3.5
(c) 2 – 2.6 (d) 4 – 5

26. 4.25 mol H_2 ও 4.75 mol I_2 মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে 6.7 mol HI উৎপন্ন হলে, K_c এর মান কত হবে?
(a) 35.63 (b) 33.64 (c) 37.61 (d) 40.61

27. 0.005M দ্বিক্ষারকীয় সবল এসিডের pH কত?
(a) 1.5 (b) 1.5 (c) 2.0 (d) 2.5

28. নিচের কোন দ্রবণের ক্ষেত্রে pH এর মান সর্বাধিক?
(a) 0.01M HCl (b) 0.01M HNO_3
(c) 0.01M H_2SO_4 (d) 0.01M H_2CO_3

29. কোনো দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 3.5×10^{-4}M হলে এর pH কত?
(a) 3.55 (b) 13.55 (c) 12.55 (d) 10.54

30. 20 mL 1.5 M NaOH দ্রবণ ও 1.5 mL 2.0M NaOH দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের ঘনমাত্রা কত?
(a) 1.53 M (b) 1.65 M (c) 1.71 M (d) 1.78 M

31. একটি দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের মোলার ঘনমাত্রা 1×10^{-9} হলে, হাইড্রোক্সিল আয়নের মোলার ঘনমাত্রা কত হবে?
(a) 1×10^{-3} (b) 1×10^{-4}
(c) 1×10^{-5} (d) 1×10^{-6}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$AB_3(g) \rightleftharpoons AB(g) + B_2(g); \Delta H = +x\ kJ$
বিক্রিয়াটি 2 লিটার একটি পাত্রে সংঘটিত করা হয়। সাম্যাবস্থায় AB_3 এর বিয়োজনের পরিমাণ 40%.

32. বিক্রিয়াটিতে K_c এর মান কত?
(a) 0.08 (b) 0.008 (c) 0.133 (d) 3.133

33. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ায় AB এর উৎপাদন বৃদ্ধিতে গৃহীত পদক্ষেপ–
(i) তাপমাত্রা বাড়াতে হবে
(ii) চাপ বাড়াতে হবে
(iii) AB কে বিক্রিয়া পাত্র থেকে সরিয়ে দিতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. মানুষের রক্তের pH 7.45 এর বেশি হলে, রোগটির নাম কী
(a) ইন্টারভেনোসিস (b) অ্যাসিডোসিস
(c) অ্যালকালিসিস (d) অ্যাসিনোকোসিস

35. পাকস্থলীর পাচক রসের pH = 4.74 হলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত?
(a) 1.4M (b) 0.398M
(c) 0.0398M (d) 0.000018M

36. নিচের কোন যৌগকে কোনো pH 7.4 যুক্ত দ্রবণে যোগ করলে এর pH মান কমবে?
(a) C_2H_5OH (b) C_3H_6O
(c) CH_3COOH (d) C_6H_6

37. নিচের কোনটি HCl এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক (25°C-এ)?
(a) 2.5×10^7 (b) 3.0×10^{-2}
(c) 1.4×10^{-2} (d) 7.3×10^{-3}

38. নিচের কোন জলীয় দ্রবণটির pH মান সবচেয়ে বেশি?
(a) 0.1M NH_3 (b) 0.1M NaOH
(c) 0.1M NH_4Cl (d) 0.1M CH_3COONa

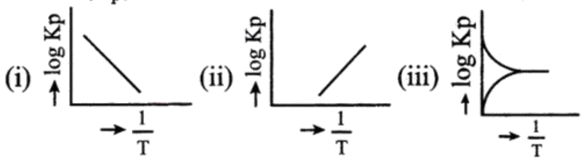
39. কোনো দ্রবণের pH = 8.45 হলে ঐ দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কত?
(a) 5.0×10^{-4} M (b) 3.55×10^{-9} M
(c) 1.82×10^{-3} M (d) 9.25×10^{-1} M

40. কোনটির জলীয় দ্রবণে হাইড্রোনিয়াম আয়নের ঘনমাত্রা সর্বাধিক?
(a) HCl(pH = 1) (b) HA(pH = 0.1)
(c) H_2SO_4(pH = 4) (d) HNO_3(pH = 1.5)

41. $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$
এ বিক্রিয়ায় AB_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে; যদি–
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয় (ii) চাপ বৃদ্ধি করা হয়
(iii) পাত্র থেকে AB_3 কে অপসারণ করা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

Zahid Sir

42. কোন বিক্রিয়ায় আয়তনের সংকোচন ঘটে?
(i) $N_2(g) + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
(ii) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
(iii) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

43. সাম্যাঙ্ক (K_p)- এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব লেখচিত্র –


নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

44. $FeCl_3$ এর জলীয় দ্রবণের pH কত হবে?
(a) > 7 (b) < 7 (c) = 7 (d) 0

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
25°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে সাম্যাবস্থায় 15.6% PCl_5 বিযোজিত হয়।

45. এ বিক্রিয়ায় K_p এর মান কত?
(a) 2.74×10^{-2} (b) 2.84×10^{-2}
(c) 3.74×10^{-2} (d) 5.74×10^{-3}

46. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় যদি PCl_5 যোগ করা হয়, তবে –
(i) বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হবে
(ii) বিক্রিয়া পশ্চাৎ দিকে অগ্রসর হবে
(iii) সাম্যবস্থায় পরিবর্তন ঘটবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii (c) iii (d) i, ii, iii

47. কোন সাম্যবিক্রিয়ার ক্ষেত্রে $K_p = K_c$?
(a) $SO_3(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$
(b) $NH_3(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g)$
(c) $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons NO(g)$
(d) $NOCl(g) \rightleftharpoons NO(g) + \frac{1}{2}Cl(g)$

48. 25°C তাপমাত্রায় 1.0 atm চাপে N_2O_4 18.5% বিয়োজিত হয়। উক্ত বিয়োজনের জন্য K_c এর মান কত?
(a) 0.142 (b) 2.39×10^{-4}
(c) 5.73×10^{-5} (d) 5.76×10^{-3}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g), \Delta H = -ve$

49. সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটিতে X_2 গ্যাস যোগ করা হলে–
(i) সাম্যের অবস্থান সম্মুখ দিকে সরে যায়
(ii) সাম্যাঙ্কের মান বৃদ্ধি পায়
(iii) উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

50. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?
(i) $K_p = K_c(RT)^{-2}$ (ii) $K_c = K_p(RT)^{-2}$
(iii) $K_C = K_P(RT)^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

51. বিক্রিয়াটিতে অনুবন্ধী অম্ল ক্ষারক যুগল কোনটি?
(a) HA, H_2O (b) HA, A^-
(c) A^-, H_3O^+ (d) H_2O, A^-

52. 1L আয়তনবিশিষ্ট পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়ায় অম্লের ঘনমাত্রা 0.77 এবং বিয়োজন মাত্রা 70% হলে, K_a এর মান কত?
(a) 1.00 (b) 1.30
(c) 1.53 (d) 1.63

53. $H_2SO_4, H_3PO_4, H_3PO_3, H_3PO_2, H_2CO_3, H_3BO_3, H_2CrO_4, H_2SO_3$ ও $H_2S_2O_7$ এসিডগুলোর মধ্যে দ্বিক্ষারকীয় এসিডের সংখ্যা-
(a) 4 (b) 6 (c) 7 (d) 8

54. কত সালে গুল্ডবার্গ ও পি. ভাগে ভর ক্রিয়া সূত্র উপস্থান করেন?
(a) 1863 (b) 1864
(c) 1860 (d) 1963

55. 25°C তাপমাত্রায় H_3PO_4 এর বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর মান
(a) 1.4×10^{-2} (b) 6.8×10^{-4}
(c) 7.2×10^{-3} (d) 3×10^{-2}

56. নিচের কোনটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ?
(a) $Na_2CO_3 + HCO_3^-$ (b) $H_2PO_4^- + HPO_4^{2-}$
(c) $NH_4OH + NH_4^+$ (d) both a & b

57. 'Smog' এ কোন গ্যাস বিদ্যমান?
(a) CO_2 (b) CH_4
(c) SO_2 (d) NH_3

58. $C_2H_4 + Cl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_2H_4O + CaCl_2 + H_2O$;
বিক্রিয়াটির % এটম ইকোন্যামির মান কত?
(a) 100% (b) 25.43%
(c) 80.85% (d) 12.21%

59. ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড সংশ্লেষণের গ্রিনার পদ্ধতি–
(i) বেনজিনের জারণ পদ্ধতি
(ii) বেনজিনের বিজারণ পদ্ধতি
(iii) বিউটেনের জারণ পদ্ধতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) iii

60. 1% NaOH দ্রবণের pH এর মান কত?
(a) 13.1 (b) 13.2 (c) 13.3 (d) 13.4

Zahid Sir

03. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2$; $\Delta H = +ve$

বিক্রিয়াটির জন্য প্রাপ্ত ফলাফলসমূহ ছকে উল্লেখ করা হলো:

তাপমাত্রা	চাপ	$PCl_5(g)$ বিয়োজন মাত্রা (α)
25°C	1atm	80%

(ক) পানির আয়নিক গুণফল কাকে বলে? 1

(খ) সবুজ রসায়নের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। 2

(গ) বিক্রিয়াটির জন্য সাম্যধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় কর। 3

[Ans: $K_p = 1.78$]

(ঘ) চাপ 1 atm থেকে 0.5 atm এ পরিবর্তনের ফলে বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তন কীরূপ হবে? বিশ্লেষণ কর। 4

[Ans: বিয়োজন মাত্রা $\alpha = 88.367$]

04. (i) $P_2(g) + 3Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ_3(g) +$ তাপ

(ii) $M_2(g) + R_2(g) \rightleftharpoons 2MR(g) -$ তাপ

(ক) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক কাকে বলে? 1

(খ) pH স্কেলের সীমা 0 – 14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? 2

(গ) 25°C তাপমাত্রায় 1 atm চাপে PQ_3 এর বিয়োজন 30% হলে 0.75 atm চাপে PQ_3 এর বিয়োজন কত হবে? 3

[Ans: $\alpha = 0.327$]

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয়ের জন্য $\log K_p$ বনাম T^{-1} এর লেখচিত্র অঙ্কন করে তাৎপর্য বিশ্লেষণ কর। 4

05. ফসফরাস হ্যালাইডের বিয়োজন বিক্রিয়ার উপর পরীক্ষা চালাতে গিয়ে একজন রসায়নবিদ একটি 0.5L পাত্রে 21.893 g PCl_5, 3.195 g Cl_2 এবং 6.1875 g PCl_3 মিশ্রিত করলেন। বিক্রিয়াটির সাম্যবস্থায় 250°C তাপমাত্রায় তিনি মোলার সাম্যধ্রুবকের মান পেলেন 4.2×10^{-2} ।

(ক) সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা কাকে বলে? 1

(খ) $HClO_4$ ও $HBrO_4$ এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয়?– ব্যাখ্যা কর। 2

(গ) সাম্যমিশ্রণে PCl_5 এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। 3

[Ans: ঘনমাত্রা = 0.592 M]

(ঘ) সাম্যাবস্থায় মোট চাপ দ্বিগুণ করে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামদিকে স্থানান্তর সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 4

06. দৃশ্যকল্প-০১: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

দৃশ্যকল্প-০২: $N_2(g) + 3H_2 \overset{Fe}{\rightleftharpoons} 2NH_3(g)$

(ক) বাফার ক্ষমতা কাকে বলে? 1

(খ) সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান অসীম হয় না কেন? 2

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ডিগ্রি কত সেলসিয়াস তাপমাত্রায় K_p এর মান K_c এর মানের আট-গুণ হবে। 3

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর জন্য সাম্যধ্রুবকের রাশিমালা প্রতিপাদন কর? 4

07. $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g)$; $\Delta H = -ve$

(ক) pOH কাকে বলে। 1

(খ) ভরক্রিয়া সূত্র বলতে কী বোঝ? ব্যাখ্যা কর। 2

(গ) বিক্রিয়াটির জন্য সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর? **[Ans: $K_p = K_c(RT)^3$]** 3

(ঘ) অধিক উৎপাদন প্রাপ্তির জন্য লা-শাতেলিয়ারের নিয়ামকগুলির প্রভাব ব্যাখ্যা কর? 4

08. (i) X°C তাপমাত্রায় এবং 1 atm চাপে 30 L আয়তনের পাত্রে PCl_5 এর বিয়োজন বিক্রিয়ায় PCl_5 25% বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। উক্ত তাপমাত্রায় $K_p = 0.0428$ atm

(ii) $PX_5(g) \rightleftharpoons PX_3(g) + X_2(g)$: $\Delta H = +ve$

(ক) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা কাকে বলে? 1

(খ) pKa এর মান বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে এসিডের শক্তিমাত্রা হ্রাস পায় না বৃদ্ধি পাবে? ব্যাখ্যা কর? 2

(গ) (i) নং থেকে X এর মান বের কর। 3

[Ans: X = −85.326°C]

(ঘ) উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব লেখচিত্র উল্লেখপূর্বক আলোচনা কর। 4

09. 6.5% H_3PO_4, HNO_3, $HClO_4$, H_2CO_3, H_2SO_4

(ক) K_p কাকে বলে। 1

(খ) pH স্কেলে প্রতিষ্ঠা কর? 2

(গ) উদ্দীপকের ১ম এসিডটির pOH বের কর? 3

[Ans: pOH = 14.3]

(ঘ) উদ্দীপকের এসিডগুলোর তীব্রতার ক্রম আলোচনা পূর্বক ব্যাখ্যা কর? 4

10.

(ক) বাফার দ্রবণ কাকে বলে? 1

(খ) E-Factor বলতে কি বোঝ? 2

(গ) পাত্র-১ এসিডের বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় কর? 3

[Ans: $\alpha = 0.9487\%$]

(ঘ) পাত্র-৩ এ সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগে pH পরিবর্তন ক্রিয়াকৌশলসহ ব্যাখ্যা কর? 4

Zahid Sir