shikho

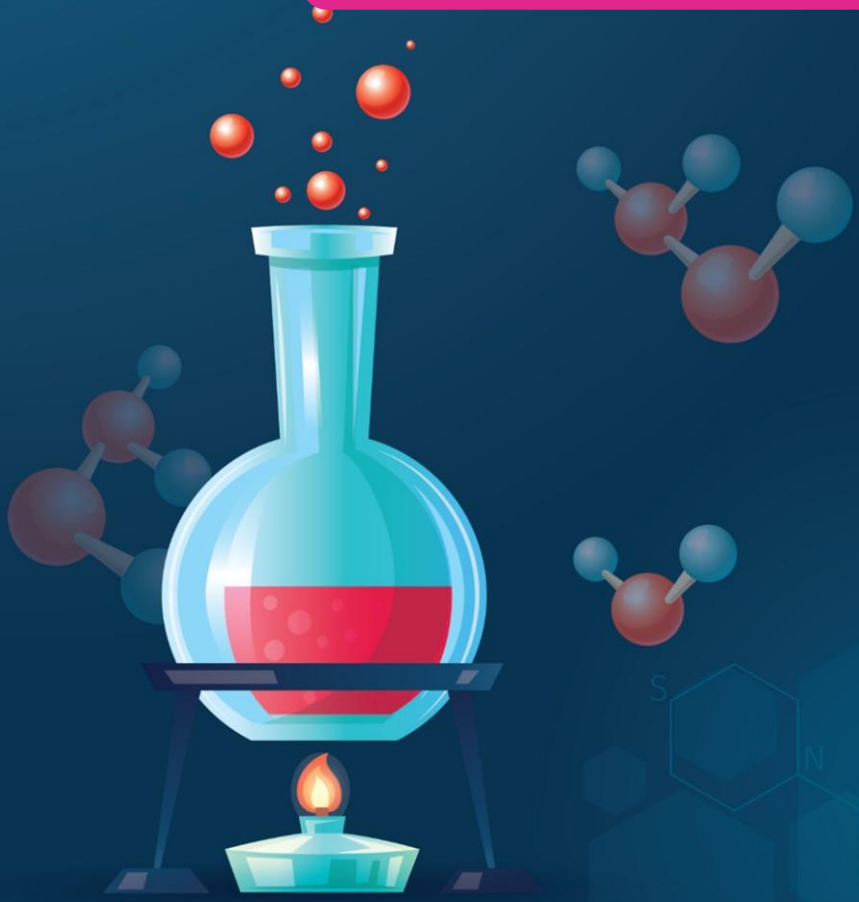
প্র্যাকটিস বুক

একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

ACADEMIC PROGRAM
HSC | ALIM 2026

রসায়ন ১ম পত্র

রাসায়নিক পরিবর্তন (K_p, K_c পর্যন্ত)



রাসায়নিক পরিবর্তন

Green Chemistry অথবা সবুজ রসায়ন

সংজ্ঞা: রসায়নের যে শাখায় সকল ধরনের রাসায়নিক কার্যক্রম এমনভাবে পরিচালিত হয় যেন পরিবেশ দূষণ সর্বনিম্ন হয়, তাকে গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

"Maximum Production minimum pollution"

গ্রিন কেমিস্ট্রিকে 'টেকসই রসায়ন' বলা হয়। গ্রিন কেমিস্ট্রির 12টি নীতি আছে ।

• %AE অথবা % Atom Economy:

গ্রিন কেমিস্ট্রির নীতি সমূহের মধ্যে %AE অন্যতম। % এটম ইকোনোমির মাধ্যমে কোনো পদ্ধতি অধিক পরিবেশবান্ধব অথবা গ্রিনার তা বোঝা যায়।

$$\% \text{ AE} = \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের মোট আণবিক ভর}}{\text{বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সকল উৎপাদের মোট আণবিক ভর}} \times 100\%$$

সূত্রটিকে অন্যভাবেও লেখা যায়,

$$\% \text{ AE} = \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের মোট আণবিক ভর}}{\text{বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত সকল বিক্রিয়কের মোট আণবিক ভর}} \times 100\%$$

→ must
→ নামই তো %AE

চিন্তা করে দেখো, বিক্রিয়কের মোট আণবিক ভর এবং উৎপাদের মোট আণবিক ভর নেয়া একই জিনিস ।

Note:

% AE ↑ পরিবেশ বান্ধব ↑ গ্রিনার ↑

• E-Factor (Environmental Factor):

গ্রিন কেমিস্ট্রির নীতিমালায় E-Factor এর মানের বিষয়ে বলা হয়েছে, যার মান মূলত নির্ভর করে উৎপন্ন শিল্পবর্জ্যের উপর।

$$\text{E factor} = \frac{\text{মোট বর্জ্য (kg)}}{\text{মোট উৎপাদ (kg)}}$$

E factor এর মান বেশি হলে, বর্জ্যের পরিমাণ বেশি। তাই E-factor এর মান যত বেশি হবে, পদ্ধতিটি তত কম গ্রিনার হবে।

Note:

i. যদিও kg/kg দেয়া সূত্রে, উপরে ও নিচে একই একক থাকলেই হবে।

ii. এখানে কিন্তু ($\times 100\%$) নেই।

উভমুখী বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সাম্যাবস্থা

উভমুখী বিক্রিয়া: যে বিক্রিয়া একই যাথে সম্মুখ ও পশ্চাৎ দিকে সংঘটিত হয়, তাকে উভমুখী বিক্রিয়া বলে।

$$\underset{(20\%)}{H_{2(g)}} + \underset{}{I_{2(g)}} \rightleftharpoons \underset{(80\%)}{2HI(g)}$$

এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়াটি আপাত দৃষ্টিতে মনে হয় একমুখী: $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

এক্ষেত্রে, সম্মুখবর্তী বিক্রিয়া সহজেই লক্ষ করা যায়। কিন্তু বিপরীতমুখী বিক্রিয়াটি:

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

সহজে লক্ষণীয় নয়। H_2O সামান্য পরিমাণ হলেও আয়নিত হয় এবং এর মাত্রা খুবই কম। তাই বলা যায়, অম্ল-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়াটিও উভমুখী।

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

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা পরিলক্ষিত হয়।

রাসায়নিক সাম্যাবস্থা

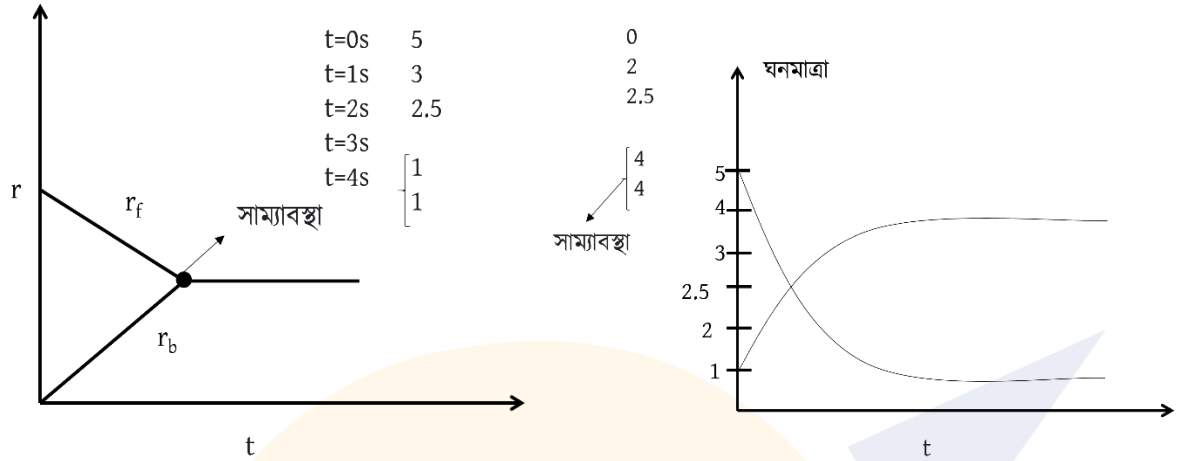
সংজ্ঞা: বিক্রিয়ার শুরুতে বিক্রিয়ক বেশি থাকে, ফলে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার বেগ বেশি থাকে। ধীরে ধীরে উৎপাদ বাড়তে থাকে, পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার বেগ ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে। একসময় সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার বেগ সমান হয়ে যায়। যে অবস্থায় একটি উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়াদ্বয়ের বেগ পরস্পর সমান হয়, তাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

"$r_f = r_b$"

r_f = Forward reaction Rate , r_b = Backward reaction Rate

বৈশিষ্ট্য: সাম্যাবস্থায় একটি নির্দিষ্ট সময়ে যেই পরিমাণ উৎপাদ তৈরি হয়, সেই পরিমাণ উৎপাদ পুনরায় বিক্রিয়কে পরিণত হয় এবং বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রা ধ্রুব হয়ে যায় (অপরিবর্তিত)। এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রা সমান হওয়া আবশ্যক নয়।

সময়	বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা	উৎপাদের ঘনমাত্রা
t=0s	5	0
t=1s	3	2
t=2s	2.5	2.5
t=3s		
t=4s	1	4
	1	4



• রাসায়নিক সাম্যাবস্থার গতিশীলতার প্রমাণ:

➢ তেজস্ক্রিয় আয়োডিনের মাধ্যমে গতিশীল অবস্থা প্রমাণ:

সাম্যাবস্থা অর্জনের পরে ট্রেসার হিসেবে অল্প পরিমাণ তেজস্ক্রিয় আয়োডিন $^{128}_{53}I_2$ পাত্রে প্রবেশ করানো হয়, তখন সাম্যাবস্থার বিশেষ কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ H_2, I_2 ও HI এর পরিমাণ প্রায় অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু দেখা যায় যে, সাম্যাবস্থায় প্রথমদিকে সব HI এর মধ্যে আয়োডিন পরমাণু অতেজস্ক্রিয় থাকলেও পরে কিছু HI এর আয়োডিন তেজস্ক্রিয় হয় এবং এ ধরনের HI এর পরিমাণ ক্রমশ বাড়তে বাড়তে একসময় একটি নির্দিষ্ট পরিমাণে পৌছায়। এ থেকে বোঝা যায় যে, সাম্যাবস্থা অর্জনের পর তেজস্ক্রিয় আয়োডিনের প্রবেশের ফলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া চলেছে:

$H_2(g) + I_2^\circ(g) \xrightarrow{\Delta} 2HI^\circ(g)$ (I_2° দ্বারা তেজস্ক্রিয় আয়োডিন, ট্রেসার বোঝানো হয়েছে)

যেহেতু HI এর সর্বমোট পরিমাণ (প্রায় 80%) অপরিবর্তিত থাকছে, সেহেতু তেজস্ক্রিয় HI* উৎপন্ন হওয়ার সময় একই সাথে কিছু অতেজস্ক্রিয় HI বিয়োজিত হয়েছে, $2HI(g) \xrightarrow{\Delta} H_2(g) + I_2(g)$।

এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, সাম্যাবস্থা অর্জনের পরেও সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী উভয় বিক্রিয়া সমান হারে চলতে থাকে, তবে দুটি বিক্রিয়ার গতিবেগ সমান হওয়ায় তা বোঝা যায় না।

রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্তঃ ৪ টি

i. সাম্যের স্থায়িত্ব, ii. বিক্রিয়ার অসম্পূর্ণতা, iii. উভয়দিকে সুগম্যতা iv. প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা

সাম্যাবস্থার প্রকারভেদ:

(i) সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা: যে উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের ভৌত অবস্থা একই থাকে তাকে সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা বলে। যেমন: $H_2(g) + I_2(g) \overset{450^\circ C}{\rightleftharpoons} 2HI(g)$

(ii) অসমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা: বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহ যদি উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় ভিন্ন ভিন্ন ভৌত অবস্থায় বিরাজ করে তবে সেই সাম্যাবস্থাকে অসমসত্ত্ব সাম্যাবস্থা বলে। যেমন: $CaCO_3(s) \leftrightharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

লা-শাতেলিয়ারের নীতি ও ভ্যান্ট হফের সমীকরণ

• লা-শাতেলিয়ারের নীতি

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

শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ায় লা-শাতেলিয়ারের নীতির প্রয়োগ:

- হেবার বস পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুতি।
- স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 এর উৎপাদনে SO_2 এর জারণ দ্বারা SO_3 গঠন।
- বার্কল্যান্ড আইডের পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদন।

• সাম্যাবস্থার উপর বিভিন্ন নিয়ামকের প্রভাব

1. তাপমাত্রার প্রভাব:

i. তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া হলে অথবা $\Delta H(-)ve$ হলে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা পেছনের দিকে যাবে।

ii. তাপহারী বিক্রিয়া হলে অথবা $\Delta H(+)ve$,হলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা সামনের দিকে থাকে।

উপরোক্ত প্রভাব ভ্যান্ট হফের সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়-

ভ্যান্ট-হফ এর সমীকরণ

রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় সাম্যাঙ্কের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ভ্যান্ট-হফের সমীকরণ হতে স্পষ্ট বোঝা যায়।

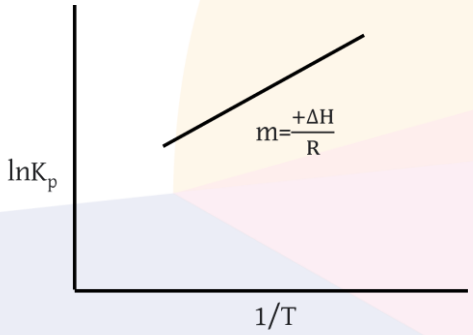
তাপগতিবিদ্যার গিবসের মুক্তশক্তির ধারণা থেকে আমরা পাই $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$,

যেখানে S = সিস্টেমের এনট্রপি, T = তাপমাত্রা, ΔH = তাপশক্তির পরিবর্তন, K_p = আংশিক চাপ সাম্যধ্রুবক

আবার আমরা জানি, $\Delta G = -RT\ln K_P \therefore \ln K_P = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}$

এই সমীকরণটি মূলত ভ্যান্ট-হফের সমীকরণ নামে পরিচিত যা রাসায়নিক বিক্রিয়ার এনথালপি এবং এনট্রপি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বহুলভাবে ব্যবহৃত হয়।

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta H = -ve$ সুতরাং $\ln K_P = \frac{\Delta H}{R}\frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R}$



এখানে, $\left.\begin{array}{l} \frac{1}{T} = x \\ \ln K_P = y \\ \frac{\Delta S}{R} = c \\ m = \frac{\Delta H}{R} \end{array}\right\} y = mx + c$

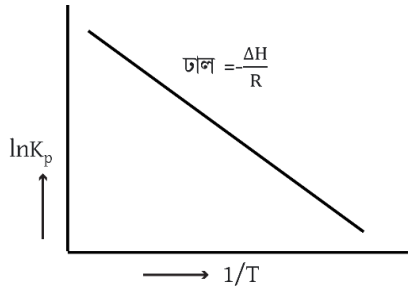
সাম্যধ্রুবকের সংজ্ঞা থেকে দেখি, K_P এর মান বাড়লে সাম্যাবস্থা সামনের দিকে এবং K_P এর মান কমলে সাম্যাবস্থা পেছনের দিকে যায়।

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ায়, $\frac{1}{T}$ এর মান বৃদ্ধি করলে K_P তথা $\ln K_P$ এর মান বৃদ্ধি পায়। তাহলে T এর মান বাড়লে K_P তথা $\ln K_P$ এর মান হ্রাস পায় ও বিক্রিয়া পশ্চাৎ দিকে যায়।

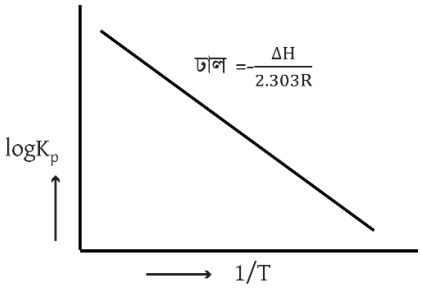
তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta H = +ve \therefore m = -\frac{\Delta H}{R}$ এর মান হবে $(-ve)$

$\therefore$ ঢাল (-ve) হবে অর্থাৎ নিম্নগামীরেখা পাওয়া যাবে। $\boxed{y = mx + c}$

$\therefore$ সমীকরণ: $\ln K_p = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R}$



তাপহারী বিক্রিয়া



তাপহারী বিক্রিয়া

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, তাপহারী বিক্রিয়ায়, $\frac{1}{T}$ এর মান বৃদ্ধি পেলে K_P তথা $\ln K_P$ এর মান হ্রাস পায়। তাহলে T এর মান বাড়লে K_P তথা $\ln K_P$ এর মান বৃদ্ধি পায় যায় ও বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে যায়।

2. **চাপের প্রভাব:**

$$\text{i. } N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়কের মোলসংখ্যা (4) > উৎপাদের মোল সংখ্যা (2).

তাই চাপ প্রয়োগ করলে অধিক মোল সংখ্যা থেকে কম মোল সংখ্যা তথা সাম্যাবস্থা সম্মুখ দিকে যাবে।

$$\text{ii. } PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ায়, উৎপাদের মোলসংখ্যা (2) > বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা (1)

তাই চাপ প্রয়োগ করলে অধিক মোল সংখ্যা থেকে কম মোল সংখা তথা সাম্যাবস্থা পশ্চাৎ দিকে যাবে।

$$\text{iii. } H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ায়, উৎপাদের মোলসংখ্যা (2) = বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা (2).

তাই, এ বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপের কোনো প্রভাব নেই।

3. ঘনমাত্রার অভাব:

বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়লে সম্মুখ বিক্রিয়ার হার বাড়বে ও সাম্যাবস্থা সামনের দিকে যাবে।

উৎপাদের ঘনমাত্রা বাড়লে পশ্চাৎ বিক্রিয়ার হার বাড়বে ও সাম্যাবস্থা পেছনের দিকে যাবে।

অত্যানুকূল তাপমাত্রা এবং চাপের মান:

অত্যানুকূল তাপমাত্রাঃ যে তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি বজায় রেখে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া সম্ভব, সে তাপমাত্রাকে অত্যানুকূল তাপমাত্রা বলা হয়।

অত্যানুকূল চাপঃ উপযুক্ত যে চাপে বিক্রিয়ার গতি বজায় রেখে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যায়, তাকে অত্যানুকূল চাপ বলে।

Example:

01. হেবার বস:

$$N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

02. স্পর্শ পদ্ধতি:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

03. বার্কল্যান্ড আইডের HNO_3 উৎপাদন:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

$$NO + O_2 \longrightarrow NO_2;\ NO_2 + O_2 + H_2O(l) \longrightarrow HNO_3$$

বিক্রিয়া	তাপমাত্রা	চাপ	প্রভাবক	ΔH
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ (15% − 25%)	400°C − 500°C	200 − 250atm	**প্রভাবক:** Fe সহায়ক: Mo এর অক্সাইড	−92kJ

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$	$400^\circ C - 500^\circ C$	1.7 atm	Pt/V_2O_5	$-192kJ$
$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	T ↑	P(X)		$+180kJ$

ভ্যান্ট হফের সমীকরণ সংক্রান্ত সমস্যা:

Theory:

$$\ln K_P = -\underset{\text{m(ঢাল)}}{\underset{\downarrow}{\frac{\Delta H}{R}}} \cdot \frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

i. $\ln K_p$ Vs $\frac{1}{T}$ গ্রাফের ঢাল $= -\frac{\Delta H}{R}$

ii. T_1 তাপমাত্রায়, $\ln Kp_1 = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T_1} +$ ধ্রুবক

T_2 তাপমাত্রায়, $\ln K_{P_2} = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T_2} +$ ধ্রুবক

$$\therefore \ln \frac{Kp_2}{Kp_{p_1}} = \frac{\Delta H}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবকের মান দেয়া থাকলে, অন্য তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক বের করা যায়

গিবসের মুক্ত শক্তির পরিবর্তন

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

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

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

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

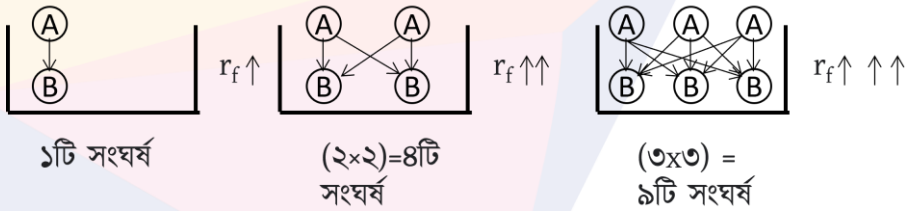
ii. $\Delta G > 0$ হলে → বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে না

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

উভমুখী বিক্রিয়ার K_p ও K_c

- **ভরক্রিয়া সূত্র (Law of Mass Action)**

➢ বিক্রিয়কের মধ্যে সংঘর্ষ বাড়লে বিক্রিয়া হার বাড়ে।



১টি সংঘর্ষ | (২×২)=৪টি সংঘর্ষ | (৩x৩) = ৯টি সংঘর্ষ

➢ স্থির তাপমাত্রায় কোনো বিক্রিয়ার গতির হার বিক্রিয়াস্থলে ঐ মুহূর্তে উপস্থিত প্রতিটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

➢ সক্রিয় ভর → বিক্রিয়াতে যে ভর সক্রিয়ভাবে অংশ নেয় ।

দ্রবণের ক্ষেত্রে, সক্রিয় ভর → 'মোলার ঘনমাত্রা'
গ্যাসীয় বিক্রিয়কের ক্ষেত্রে, সক্রিয় ভর → 'আংশিক চাপ'

• **সাম্যধ্রুবক/সাম্যাঙ্ক [Equilibrium Constant]:**

$A + B \rightleftharpoons C + D$

$r_f \propto [A]\,[B] \Rightarrow r_f = K_f\,[A]\,[B]$

$r_b \propto [C]\,[D] \Rightarrow r_b = K_b[C]\,[D]$

সাম্যাবস্থায় , $r_f = r_b$

$\Rightarrow K_f[A]\,[B] = K_b[C]\,[D]$

$\Rightarrow \frac{K_f}{K_b} = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$

$\therefore \boxed{k = \frac{[C][D]}{[A][B]}}$ $\qquad k_C = \frac{C_C \times C_D}{C_A \times C_B}$ $\qquad k_P = \frac{P_C \times P_D}{P_A \times P_B}$

সাম্যধ্রুবক → উভয়মুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার বৈশিষ্ট্য ↓ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় স্থির থাকে

মোলার সাম্যধ্রুবক

আংশিক চাপে সাম্যধ্রুবক

Note :

'mole' হচ্ছে রাশির এককের নাম,

'mol' হচ্ছে রাশির একক

যেমন : 'metre' হচ্ছে রাশির এককের নাম,

'm' হচ্ছে ঐ রাশির একক

একক: $K_c \rightarrow (molL^{-1})^{\Delta n}$ $\qquad K_p = (atm)^{\Delta n}$

Δn = উৎপাদের মোলসংখ্যা – বিক্রিয়কের মোলসংখ্যা

K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক:

$$\mathbf{K_p = K_c(RT)^{\Delta n}}$$

K_p = আংশিক চাপ সাম্যধ্রুবক

K_c = মোলার ঘনমাত্রা সাম্যধ্রুবক

R= সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক = 0.0821 L atm $mol^{-1}k^{-1}$

T = পরম কেলভিন তাপমাত্রা

Δn = গ্যাসীয় উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা - গ্যাসীয় বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা

সূত্রটি ব্যবহারে সতর্ক থাকতে হবে এই যে,

i. R= 0.0821 L atm $mol^{-1}k^{-1}$ ব্যবহার করতে হবে। SI এককে ব্যবহার করা যাবে না।

ii. Δn বের করার সময় অবশ্যই গ্যাসীয় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ হতে হবে।

ধরো, একটি বিক্রিয়া, $A(s) + C(g) + 3D(g) \rightleftharpoons E(g) + 2F(l) + 4G(g)$

∴ এই বিক্রিয়ার $\Delta n = (1 + 4) - (1 + 3) = 1$; [A ও F গ্যাস নয়। তাই, তাদের মোলসংখ্যা যোগ হবে না]

বিশেষক্ষেত্র: যদি $\Delta n = 0$ হয়। যেমন, $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ এর ক্ষেত্রে $\Delta n = 2 - (1 + 1) = 0$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_P = K_C(RT)^0 \Rightarrow K_P = K_C$

অর্থাৎ, যেসব বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta n = 0$, তাদের K_p এবং K_c এর মান সমান।

যেহেতু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই চাপের একক atm এবং ঘনমাত্রার একক mol/L অথবা mol/dm^3 ব্যবহৃত হয় তাই এক্ষেত্রে R এর মান 0.0821 Latm$mol^{-1}k^{-1}$ ব্যবহার করতে হবে। SI একক ব্যবহার করা যাবে না। কারণ, atm, L এগুলো SI একক নয়।

অনুরূপভাবে, Q_P ও Q_C এর মধ্যে সম্পর্ক, $Q_p = Q_C(RT)^{\Delta n}$, যেখানে Δn = গ্যাসীয় উৎপাদের মোট মোলসংখ্যা- গ্যাসীয় বিক্রিয়কের মোট মোলসংখ্যা।

ঘনমাত্রার একক: $molL^{-1}$ বা $moldm^{-3}$

চাপের একক: atm(1atm = 101.325kPa) , bar (1bar = 100kPa), mm Hg, torr , Pa

বা, Nm^{-2}, kPa, Jm^{-3}, kJm^{-3} ইত্যাদি। SI একক Nm^{-2} (বা Pa)

একটি উভমুখী বিক্রিয়ার অন্তত 1টি বিক্রিয়ক বা উৎপাদ গ্যাস হলে K_p ও K_c এর মান বের করার সময় কঠিন ও তরল বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সক্রিয় ভর 1 ধরতে হবে। অন্যদিকে, কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও উৎপাদ কঠিন বা তরল (গ্যাস নয়) হলে K_c এর মান বের করার সময় শুধু কঠিন বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সক্রিয় ভর 1 ধরতে হবে। এক্ষেত্রে তরলের সক্রিয় ভর অবশ্যই

বিবেচনায় নিতে হবে। কোনো উৎপাদ ও বিক্রিয়ক গ্যাস না হলে, K_p নির্ণয় অসম্ভব, তবে K_p নির্ণয় করা যাবে যদি কমপক্ষে 1 টি তরল থাকে অর্থাৎ, liquid (not aqueous)।

[অবশ্যই খেয়াল রাখতে হবে যে বিক্রিয়ায় যদি কোনো দ্রবণ দশা থাকে তাহলে এই গাণিতিক সমীকরণটি প্রয়োগ করা যাবে না। বিশুদ্ধ তরল থাকলেও প্রয়োগ করা যাবে কিন্তু কোনো দ্রবীভূত বস্তু থাকলে (যেমন $NaCl(aq), KNO_3(aq), CaSO_4(aq)$ ইত্যাদি) গাণিতিক সমীকরণটি প্রযোজ্য নয়।]

• বিভিন্ন বিক্রিয়ায় K_p ও K_c এর একক:

যদি প্রশ্ন করা হয়, $A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$ এই বিক্রিয়ার K_p এবং K_c এর একক কি হবে?

উত্তর হলো, $K_P = \frac{P_B \cdot P_C^2}{P_A} = \frac{(atm)(atm)^2}{(atm)} = atm^2$

$K_C = \frac{[B][C]^2}{[A]} = \frac{(molL^{-1})(molL^{-1})^2}{(molL^{-1})} = (molL^{-1})^2 = mol^2L^{-2}$

এই ধরনের প্রশ্নগুলো, MCQ এর জন্য গুরুত্বপূর্ণ। এই প্রশ্নগুলোর জন্য, একটা Shortcut way আছে।

তা হলো- K_p এর একক: (চাপের একক)$^{\Delta n}$ অর্থাৎ $(atm)^{\Delta n}$ বা $(kPa)^{\Delta n}$

এবং K_c এর একক: (ঘনমাত্রার একক)$^{\Delta n}$ অর্থাৎ $(molL^{-1})^{\Delta n}$

যেমন:

(i) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta n = (1+1) - 1 = 1$

$\therefore K_C$ এর একক $= (mol \cdot L^{-1})^1 = mol \cdot L^{-1}$; K_P এর একক $= (atm)^1 = atm$

অন্যভাবে করলে, $K_P = \frac{P_{PCl_3} \cdot P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} = \frac{atm \cdot atm}{atm} = atm$

(ii) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta n = 2 - (2+1) = -1$

$\therefore K_C$ এর একক $= (mol \cdot L^{-1})^{-1} = L \cdot mol^{-1}$; K_P এর একক $= (atm)^{-1} = atm^{-1}$

(iii) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta n = 2 - (1+3) = -2$

$\therefore K_C$ এর একক $= (mol \cdot L^{-1})^{-2} = L^2mol^{-2}$; K_P এর একক $= (atm)^{-2} = atm^{-2}$

(iv) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta n = 2 - (1+1) = 0$

$\therefore K_C$ এর একক $= (mol \cdot L^{-1})^0 = 1$ (অর্থাৎ, কোনো একক নেই)

K_P এর একক $= (atm)^0 = 1$ (অর্থাৎ, কোনো একক নেই)

• বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার K_p , K_c নির্ণয়:

মনে করো একটি বিক্রিয়া $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ এর $K_C = \frac{[B][C]}{[A]}$; $K_P = \frac{P_B \cdot P_C}{P_A}$

এখন, বিক্রিয়াটিকে যদি উল্টিয়ে লেখা হয়- $B(g) + C(g) \rightleftharpoons A(g)$ এর $K_{C^*} = \frac{[A]}{[B][C]}$; $K_{P^*} = \frac{P_A}{P_B \cdot P_C}$

[বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার K_P, K_C গুলো যথাক্রমে K_{P^*} এবং K_{C^*} দিয়ে চিহ্নিত করা হয়েছে]

এখন, খেয়াল করো, $K_{C^*} = \frac{1}{K_C}$; একইভাবে, $K_{p_*} = \frac{1}{K_p}$

তার মানে বুঝতে পারছো? এর মানে হলো, প্রশ্নে যদি দেয়া থাকে, $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ এর K_p, K_c বের করতে হবে। তুমি কিন্তু ইচ্ছামত বিক্রিয়াটিকে নিজের মত সাজিয়ে নিয়ে $(N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g))$ করতে পারবে না। আবারো বলছি, প্রশ্নে বিক্রিয়া যেভাবে দেয়া আছে, সেভাবেই অংক সমাধান করতে হবে। কারণ, $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ বিক্রিয়ার K_c এবং $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ বিক্রিয়ার K_c (যাকে আমরা K_{C^*} বলছি) একই নয়। একটি আরেকটির বিপরীত রাশি।

অন্যান্য বিক্রিয়ার K_p, K_c নির্ণয়:

ধরো, একটি বিক্রিয়া $2A(g) \rightleftharpoons 4B(g) + 3C(g)$ এর K_c হলো K_{C_1} এবং K_p হলো K_{P_1}

$\therefore K_{C_1} = \frac{[B]^4[C]^3}{[A]^2}$ এবং $K_{P_1} = \frac{P_B^4 \cdot P_C^3}{P_A^2}$

এখন, আমরা যদি সম্পূর্ণ বিক্রিয়াটিকে 2 দিয়ে ভাগ করি, $A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + \frac{3}{2}C(g)$

নতুন এই বিক্রিয়ার K_c যদি হয় K_{C_2} এবং K_p যদি হয় K_{P_2} তবে, $K_{C_2} = \frac{[B]^2[C]^{\frac{3}{2}}}{[A]}$ এবং $K_{P_2} = \frac{P_B^2 \cdot P_C^{\frac{3}{2}}}{P_A}$

$\therefore K_{C_1} = (K_{C_2})^2 \therefore K_{C_2} = (K_{C_1})^{\frac{1}{2}}$ একইভাবে, $K_{P_1} = (K_{P_2})^2 \Rightarrow K_{P_2} = (K_{P_1})^{\frac{1}{2}}$

তার মানে, $2A(g) \rightleftharpoons 4B(g) + 3C(g)$ বিক্রিয়ার K_P, K_C আর $A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + \frac{3}{2}C(g)$ বিক্রিয়ার K_P, K_C এক নয়, আলাদা। কত আলাদা লক্ষ করেছো? পরবর্তী K_C = (আগেকার $K_C)^{\frac{1}{2}}$। কী, অবাক করার মত বিষয় না?

সুতরাং, প্রশ্নে যদি দেয়া থাকে, $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ বিক্রিয়ার K_P, K_C নির্ণয় করতে, তুমি যেন নিজের সুবিধা হবার জন্য, পুরো বিক্রিয়াকে 2 দিয়ে গুণ করে $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ form এ এনে তারপর Solve না করো। এভাবে নিজের ইচ্ছামত সংখ্যা দিয়ে গুণ বা ভাগ করে নিলে বিক্রিয়ার K_P, K_C ও পরিবর্তন হয়ে যাবে। **এজন্য আবারো বলছি, K_P, K_C এর অংকে বিক্রিয়া যে ভাবে দেয়া থাকবে, ঠিক সেভাবেই অংক করতে হবে।**

সুতরাং, এ আলোচনা হতে বোঝা যায় যে, কোনো বিক্রিয়ার সমীকরণকে n দ্বারা গুণ করলে এবং পূর্বের সমীকরণের জন্য মোলার সাম্যধ্রুবক K_C ও আংশিক চাপে সাম্যধ্রুবক K_P হলে, নতুন সমীকরণের জন্য, $K_{C_1} = (K_C)^n$ এবং $K_{P_1} = (K_P)^n$

একাধিক বিক্রিয়া থেকে নতুন বিক্রিয়ার K_P, K_C নির্ণয়:

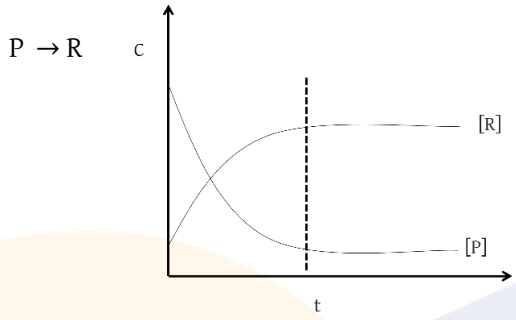
$A \leftrightharpoons B \rightarrow K_1 = \frac{[B]}{[A]}; B \leftrightharpoons C \rightarrow K_2 = \frac{[C]}{[B]}$ তবে, $A \leftrightharpoons C$ এর $K_3 = \frac{[C]}{[A]} = \frac{[C]}{[B]} \cdot \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow \boxed{K_3 = K_2 \times K_1}$

অর্থাৎ দুটি বিক্রিয়া যোগ করলে তৃতীয় বিক্রিয়া পাওয়া গেলে, প্রথম দুটি বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক (K) গুণ করলে তৃতীয় বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক পাওয়া যাবে।

K নিয়ে কিছু কথাঃ

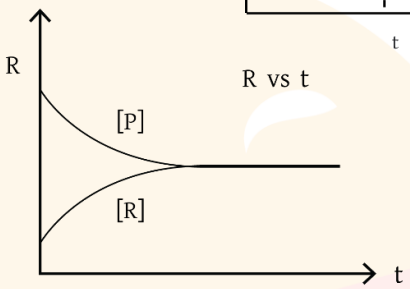
i. $K_c > 1; [R] > [P]$

সাম্যাবস্থায় উৎপাদ বেশি বিক্রিয়ক থেকে



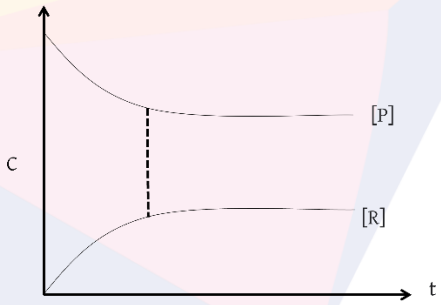
$K_c = 1; [R] = [P]$

সাম্যাবস্থায় উৎপাদ ও বিক্রিয়ক সমান



$K_c < 1; [R] < [P]$

সাম্যাবস্থায় উৎপাদ থেকে বিক্রিয়ক বেশি।



ii. K=0 অথবা $K = \infty$ হতে পারে?

$\Rightarrow K = 0;$

সহজ ভাষায়, $K = \frac{[\text{উৎপাদ}]}{[\text{বিক্রিয়ক}]}$

K=0 হওয়ার মানে [উৎপাদ]= 0। এটি বুঝায় সাম্যাবস্থায় কোনো উৎপাদ নেই। অর্থাৎ, সম্মুখ দিকে কোনো বিক্রিয়া হচ্ছে না, যা উভমুখী বিক্রিয়া সম্ভব নয়।

$K = \infty;$

$K = \infty$ বোঝায় হর তথা [বিক্রিয়ক] = 0 অর্থাৎ, সাম্যাবস্থায় কোনো বিক্রিয়ক নেই। কিন্তু উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ উভয়ের উপস্থিতি বাধ্যতামূলক।

K_p ও K_c এর রাশিমালা

• **বিয়োজনের পরিমাণ (x):** কোনো উভমুখী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক মোট যে পরিমাণে বিয়োজিত হয়, তাকে বিয়োজনের পরিমাণ (x) বলে।

• **বিয়োজন মাত্রা(α):** কোনো উভমুখী বিক্রিয়ায় প্রতি মোল বিক্রিয়ক থেকে যত মোল উপাদান বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থা অর্জিত হয় তাকে ঐ বিক্রিয়কের বিয়োজন মাত্রা বলা হয়। অন্যভাবে প্রকাশ করলে বিয়োজিত মোল সংখ্যা এবং মোট মোল সংখ্যার অনুপাতকে বিয়োজন মাত্রা বলা হয়।

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \frac{\text{বিয়োজিত মোল সংখ্যা}}{\text{মোট মোল সংখ্যা}}$

উদাহরণ: 5 mol N_2O_4 উত্তপ্ত করলে 2mol বিয়োজিত হয়।

বিয়োজনের পরিমাণ, $x = 2$ mol

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \left(\frac{2}{5} \times 100\right)\% = 40\%$

মূলত α সর্বদা 1 mol নিয়ে কাজ করে।

Note: i. K_p ও K_c এর problem গুলো একই সাথে বিয়োজনের পরিমাণ (x) ও বিয়োজনের মাত্রা (α) দিয়ে করা যায়।

• কখন বিয়োজনের পরিমাণ (x) দিয়ে করবো?

⇒ যখন বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদের পরিমাণ মোলসংখ্যায় দেয়া থাকবে।

• কখন বিয়োজনের মাত্রা (α) দিয়ে করবো?

⇒ যখন বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদের পরিমাণ মোলসংখ্যায় দেয়া থাকবে না।

বিক্রিয়া অনুপাত / বিক্রিয়া সহগ (Q)

• বিক্রিয়া অনুপাত

যে কোনো সময় একটি বিক্রিয়ার উৎপাদসমূহের সক্রিয় ভরের উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফল এবং বিক্রিয়কসমূহের সক্রিয় ভরের উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফলের অনুপাতকে বিক্রিয়া অনুপাত বলে। একে (Q) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একটি বিক্রিয়া-

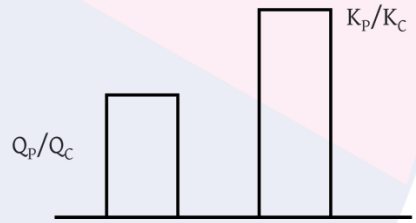
$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ হলে,

$$Q_c = \frac{\text{যে কোনো সময় উৎপাদসমূহের মোলার ঘনমাত্রার উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফল}}{\text{যে কোনো সময় বিক্রিয়কসমূহের মোলার ঘনমাত্রার উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফল}}; Q_C = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

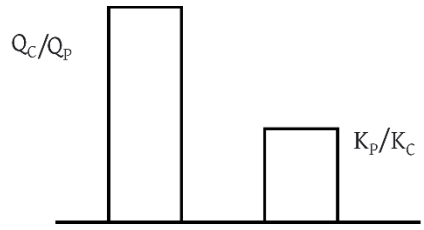
$$Q_p = \frac{\text{যে কোন সময় উৎপাদসমূহের আংশিক চাপের উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফল}}{\text{যে কোন সময় বিক্রিয়কসমূহের আংশিক চাপের উপযুক্ত ঘাতসহ গুণফল}}; Q_P = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

Q_c সর্বদা K_c এবং Q_p সর্বদা K_P এর অবস্থান অর্জন করতে চায়।

(i) যদি, $Q_c < K_c$ অথবা $Q_p < K_p$, হয় তবে, K_p/K_c অর্জন করতে Q_c/Q_p এর মান বাড়াতে হবে।
Q_c/Q_p এর মান তখনই বাড়বে যখন বিক্রিয়া সম্মুখদিকে যাবে।



(ii) যদি $Q_c > K_c$ অথবা $Q_p > K_p$ হয় তবে, K_c/K_p অর্জনে করতে Q_c/Q_p এর মান কমাতে হবে। Q_c/Q_p এর মান তখনই কমবে যখন বিক্রিয়া পশ্চাৎদিকে যাবে



(iii) $Q_c = K_c$ অথবা $K_p = Q_p$ হলে, বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় আছে।

পক্ষান্তরে, সাম্যধ্রুবক (K_c ও K_p) ব্যবহৃত হয় কেবল সাম্যাবস্থায়। এভাবে বলা যায়, সাম্যাবস্থায় Q_c-ই হলো K_c, Q_p-ই হলো K_p। তাহলে,

উভমুখী বিক্রিয়ার যেকোনো সময়ে যদি দেখা যায় যে,

(i) $Q_c < K_c$ বা $Q_p < K_p$ হলে বিক্রিয়া ঐ অবস্থা হতে সামনের দিকে অগ্রসর হবে।

(ii) $Q_c > K_c$ বা $Q_p > K_p$ হলে বিক্রিয়া ঐ অবস্থা হতে পিছনের দিকে অগ্রসর হবে।

(iii) $Q_c = K_c$ বা $Q_p = K_p$ হলে বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় আছে, কোনো দিকেই যাবে না। সম্মুখ ও পশ্চাৎ দিকে সমান হারে চলতে থাকবে।

এ জাতীয় সমস্যায় প্রথমে Q_c/Q_p নির্ণয় করে তা K_c/K_p এর সাথে তুলনা করে দেখতে হবে বিক্রিয়া কোনদিকে অগ্রসর হবে, তার ওপর ভিত্তি করে অঙ্ক করতে হবে।

চলো দেখি কী এসেছে বিভিন্ন বোর্ডে!

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

০১) ভরক্রিয়া সূত্রে নিচের কোনটিকে সক্রিয় ভর হিসেবে নির্দেশ করা হয়? [ঢা. বো. ২৩]

(ক) আণবিক ভর (খ) মোল সংখ্যা (গ) পারমাণবিক ভর (ঘ) মোলার ঘনমাত্রা

সঠিক উত্তর: ঘ

০২) গ্রিন কেমিস্ট্রিতে অধিক তাৎপর্যপূর্ণ নীতি কোনটি? [ঢা. বো. ২৩]

(ক) প্রভাবকের ব্যবহার (খ) নিরাপদ দ্রাবক ব্যবহার

(গ) সর্বোত্তম এটম ইকোনমি (ঘ) দুর্ঘটনা প্রতিরোধ

সঠিক উত্তর: গ

০৩) উভমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য হলো - [ঢা. বো. ২৩]

(ক) বিক্রিয়াটি শেষ হয় (খ) উভয়দিকের বিক্রিয়ার হার সমান হয় না

(গ) সাম্যাবস্থায় আসার প্রবণতা (ঘ) প্রভাবকের ভূমিকা আছে

সঠিক উত্তর: গ

০৪) গ্রিন কেমেস্ট্রির সূচনা কত সালে হয়েছিল? [ম. বো. ২৩]

(ক) 1991 (খ) 1990 (গ) 1891 (ঘ) 1890

সঠিক উত্তর: ক

০৫) নিচের কোন বিক্রিয়ায় $\Delta n > 0$? [দি. বো. ২৩]

(ক) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ (খ) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

(গ) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ (ঘ) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

সঠিক উত্তর: ক

০৬) $AB_2(g) + \frac{1}{2}B_2(g) \rightleftharpoons AB_3(g)$ বিক্রিয়াটিতে K_p এবং K_C এর মধ্যে সম্পর্কের সমীকরণ কোনটি? **[চ. বো. ২৩]**

(ক) $K_p = K_c$ (খ) $K_p = K_c(RT)^{-\frac{1}{2}}$ (গ) $K_{\bar{p}} = K_c(RT)^{\frac{1}{2}}$ (ঘ) $K_p = K_c(RT)^2$

সঠিক উত্তর: খ

০৭) রাসায়নিক সাম্যাবস্থার বৈশিষ্ট্য কোনটি? **[সি. বো. ২৩]**

(ক) বিক্রিয়ার সমাপ্তি (খ) বিক্রিয়ার একমুখীতা

(গ) প্রভাবকের প্রয়োজনীয়তা (ঘ) সাম্যের স্থিতিশীলতা

সঠিক উত্তর: ঘ

০৮) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$; বিক্রিয়ার জন্য K_P এবং K_C এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? **[সি. বো. ২৩]**

(ক) $K_P = K_C(RT)^2$ (খ) $K_C = K_P(RT)^2$

(গ) $K_P = K_C(RT)^{-1}$ (ঘ) $K_C = K_P(RT)^{-2}$

সঠিক উত্তর: খ

০৯) রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্ত নয় কোনটি? **[ব. বো. ২৩]**

(ক) সাম্যের স্থায়িত্ব (খ) উভয় দিকের সুগম্যতা

(গ) বিক্রিয়ার সম্পূর্ণতা (ঘ) প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা

সঠিক উত্তর: গ

১০) নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? **[ব. বো. ২৩]**

(ক) $K_c = K_p(RT)^{\Delta n}$ (খ) $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ (গ) $K_c = \frac{(RT)^{\Delta n}}{K_p}$ (ঘ) $K_p = \frac{K_c}{(RT)^{\Delta n}}$

সঠিক উত্তর: খ

১১) সাম্যধ্রুবকের মান নিম্নের কোনটির উপর নির্ভর করে? **[ব. বো. ২৩]**

(ক) চাপ (খ) তাপমাত্রা (গ) ঘনমাত্রা (ঘ) প্রভাবক

সঠিক উত্তর: খ

১২) সাম্য ধ্রুবকের মান – **[ম. বো. ২৩]**

i. তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল

ii. প্রভাবক দ্বারা প্রভাবিত হয় না

iii. ক্ষুদ্র হলে মিশ্রণে বিক্রিয়ক বেশি থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ঘ

১৩) $M_2(g) + D_2(g) \rightleftharpoons 2MD(g)$; $\Delta H = +ve$ এই বিক্রিয়ায় – **[রা. বো. ২৩]**

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে উৎপাদন বৃদ্ধি পায়

ii. সাম্য ধ্রুবক K_p ও K_cএর মান সমান নয়

iii. সাম্যবস্থার উপর চাপের প্রভাব নেই।

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: গ

১৪) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_5(g) + Cl_5(g); \Delta H = +124\ kJmol^{-1}$ বিক্রিয়াটিতে চাপ হ্রাস করলে- **[দি. বো. ২৩]**

i. Cl_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পায়

ii. বিক্রিয়া সম্মুখমুখী হয়

iii. K_P এর মান বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ক

১৫) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g); \Delta H = +41kJ/mol$ **[য. বো. ২৩]**

i.তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যাবস্থায় ডান দিকে সরে যাবে

ii. চাপ বাড়ালে সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না

iii. বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ক

১৬) $2AB_2(g) + C_2(g) \rightleftharpoons 2AC(g) + 2B_2(g); \Delta H = -X\ kJmol^{-1}$ বিক্রিয়াটির – **[ব. বো. ২৩]**

i. চাপ বৃদ্ধি করলে উৎপাদ হ্রাস পাবে

ii. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে উৎপাদ হ্রাস পাবে

iii. বিক্রিয়াটির উত্তর দিকের সুগম্যতা আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ঘ

নিচের বিক্রিয়া হতে ১৭ ও ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: **[ঢা. বো. ২৩]**

$P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g), \Delta H = +Y\ kJ$

১৭) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে চাপের প্রভাব কীরূপ হবে?

(ক) চাপ বাড়ালে উৎপাদ কম (খ) চাপ কমালে উৎপাদ বাড়ে

(গ) চাপের প্রভাব নেই (ঘ) K_p

সঠিক উত্তর: ঘ

১৮) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে K_P ও K_C এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?

(ক) $K_P = K_C(RT)^{-1}$ (খ) $K_C = K_P(RT)^{-1}$

(গ) $K_P = K_C$ (ঘ) $K_P = K_C(RT)^2$

সঠিক উত্তর: ঘ

নিচের উদ্দীপকটি থেকে ১৯ এবং ২০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: **[রা. বো. ২৩]**

$X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g); \Delta H = -ve$ বিক্রিয়াটির সাম্যবস্থায় X_2, Y_2 এবং XY_3এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে 0.18, 0.56 এবং 0.12 mol L^{-1}

১৯) বিক্রিয়াটি K_C এর মান হলো—

(ক) 0.45 (খ) 1.19 (গ) 2.2 (ঘ) 2.9

সঠিক উত্তর: ক

২০) উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ার XY_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধিতে গৃহীত পদক্ষেপ –

i. তাপমাত্রা বাড়াতে হবে

ii. চাপ বাড়াতে হবে

iii. XY_3 বিক্রিয়া পাত্র থেকে সরিয়ে দিতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: খ

প্রদত্ত উদ্দীপক হতে ২১ ও ২২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও : **[দি. বো. ২৩]**

একটি বদ্ধপাত্রে 2.5 mol HI কে 400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হল। সাম্যাবস্থায় 25% HI বিয়োজিত হয়।

$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g); \Delta H = -ve$

২১) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_P এর মান কত?

(ক) 0.16 (খ) 0.0277 (গ) 0.0177 (ঘ) 0.0123

সঠিক উত্তর: খ

২২) উদ্দীপকে বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে -

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সাম্যের অবস্থান বামদিকে সরে যায়

ii. চাপ বাড়লে K_Pএর মান বাড়বে

iii. K_Pও K_C এর মান সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: খ

নিচের উদ্দীপকে থেকে ২৩ এবং ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: **[চ. বো. ২৩]**

$X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g); \Delta H = -ve$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় X_2, Y_2 এবং XY_3 এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে $0.18, 0.56$ এবং 0.12 mol L^{-1}।

২৩) বিক্রিয়াটির K_C এর মান হলো -

(ক) 0.45 (খ) 1.19 (গ) 2.2 (ঘ) 2.9

সঠিক উত্তর: ক

২৪) উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ায় XY_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধিতে গৃহীত পদক্ষেপ -

i. তাপমাত্রা বাড়াতে হবে

ii. চাপ বাড়াতে হবে

iii. XY_3 বিক্রিয়া পাত্র থেকে সরিয়ে দিতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: খ

উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং ২৫ ও ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: **[সি. বো. ২৩]**

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়ার 25°C তাপমাত্রায় এবং 3 atm চাপে PCl_5 (g) 80% বিয়োজিত হয়।

২৫) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_P এর মান কত?

(ক) 2.33 atm (খ) 3.33 atm (গ) 4.33 atm (ঘ) 5.33 atm

সঠিক উত্তর: ঘ

২৬) উদ্দীপকের ক্ষেত্রে –

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?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: খ

নিচের উদ্দীপকটি থেকে পরবর্তী প্রশ্ন দুটির উত্তর দাও : [য. বো. ২৩]

$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{V_2O_5}{\overset{450-500^\circ C}{\leftrightharpoons}} 2SO_3(g); \Delta H = -198 kJ/mol$$

২৭) K_P ও K_c এর সম্পর্ক কোনটি?

(ক) $K_P = K_c(RT)^{-1}$ (খ) $K_P = K_C(RT)$

(গ) $K_P = K_C(RT)^{-2}$ (ঘ) $K_C = K_p(RT)^{-1}$

সঠিক উত্তর: ক

২৮) বিক্রিয়াটির বৈশিষ্ট্য হলো—

i. সম্মুখ বিক্রিয়ার আয়তনের সংকোচন ঘটে

ii. অধিক পরিমাণ O_2 যোগে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে

iii. পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়াটি তাপহারী হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: গ

২৯) $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2; \Delta H = +ve$ এই বিক্রিয়ার জন্য কোনটি সঠিক? [ঢা. বো. ২২]

(ক) $K_p = K_c(RT)^2$ (খ) $K_p = K_f(RT)$ (গ) $K_p = K_c$ (ঘ) $K_p = K_c(RT)^3$

সঠিক উত্তর: গ

৩০) K_C এর মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ঢা. বো. ২২]

(ক) এর মান 1 হতে পারে

(খ) এর মান প্রভাবকের উপর নির্ভর করে

(গ) এর মান চাপের উপর নির্ভর করে

(ঘ) এর মান অসীম হতে পারে

সঠিক উত্তর: ক

৩১) নিচের কোন বিক্রিয়ায় $K_p = K_c$? [ম. বো. ২২]

(ক) $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ (খ) $A_2 + 3\ B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$

(গ) $C + 2D \rightleftharpoons A$ (ঘ) $C + D \rightleftharpoons 3\ A$

সঠিক উত্তর: ক

৩২) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$; বিক্রিয়ায় K_p এর একক কোনটি? [রা. বো. ২২]

(ক) atm (খ) atm^2 (গ) atm^{-1} (ঘ) atm^{-2}

সঠিক উত্তর: ঘ

৩৩) দুটি অম্লীয় দ্রবণে pH যথাক্রমে 3.0 ও 6.0 হলে প্রথম দ্রবণটি দ্বিতীয় দ্রবণ অপেক্ষা কত গুণ বেশি অম্লীয়? [রা. বো. ২২; য. বো. ২২]

(ক) 20 গুণ (খ) 50 গুণ (গ) 100 গুণ (ঘ) 1000 গুণ

সঠিক উত্তর: ঘ

৩৪) সবুজ রসায়নের মূলনীতি কয়টি? [রা. বো. ২২]

(ক) 10 (খ) 12 (গ) 14 (ঘ) 16

সঠিক উত্তর: খ

৩৫) 450°C তাপমাত্রায় HI 35% বিয়োজিত হলে K_p এর মান কত? [দি. বো. ২২]

(ক) 0.8250 atm (খ) 0.7250 atm (গ) 0.0825 atm (ঘ) 0.0725 atm

সঠিক উত্তর: ঘ

৩৬) $AB(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$; বিক্রিয়াটিতে K_P একক কোনটি? [কু. বো. ২২]

(ক) atm (খ) atm^2 (গ) atm^{-1} (ঘ) atm^{-2}

সঠিক উত্তর: ক

৩৭) $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$; বিক্রিয়াটির 25°C তাপমাত্রায় ও 1.5 atm চাপে K_P এর মান 5.6 হলে K_C এর মান কত? [চ. বো. ২২]

(ক) 7.5 (খ) 5.6 (গ) 3.6 (ঘ) 2.8

সঠিক উত্তর: খ

৩৮) কোন বিক্রিয়াটির K_C এর একক $mol^{-1}L$? [চ. বো. ২২]

(ক) $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ (খ) $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

(গ) $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ (ঘ) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

সঠিক উত্তর: গ

৩৯) $X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2XY$; বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে কোনটি প্রযোজ্য? [চ. বো. ২২]

(ক) $K_p > K_c$ (খ) $K_p = K_c$ (গ) $K_p < K_c$ (ঘ) $K_p \neq K_c$

সঠিক উত্তর: খ

৪০) মোলার ঘনমাত্রায় প্রকাশিত সাম্যধ্রুবক কোনটি? [সি. বো. ২২]

(ক) K_p (খ) K_C (গ) K_W (ঘ) K_a

সঠিক উত্তর: খ

৪১) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; বিক্রিয়ার K_p এর একক কোনটি? [য. বো. ২২]

(ক) atm (খ) atm^2 (গ) atm^{-1} (ঘ) atm^{-2}

সঠিক উত্তর: ক

সৃজনশীল

০১। **[ম. বো. ২৩]**

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

(ক) খাদ্য নিরাপত্তা কাকে বলে?

(খ) pH স্কেল 0 – 14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ব্যাখ্যা করো।

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

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

উত্তর:

(ক)

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

(খ)

কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু আমাদের ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হয় না এবং 10-14 এর কম হয় না ।

দ্রবণে $[H^+] = 1M$ হলে,
$pH = -\log(1) = 0$
দ্রবণে $[OH^-] = 1M$ হলে,
$pOH = -\log(1) = 0$
$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 0 = 14$

তাই, pH স্কেল 0-14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে ।

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি

$$A(g) \rightleftharpoons B(g) + Z(g) + \text{তাপ}$$

প্রাথমিক অবস্থায়: 1 0 0

সাম্যাবস্থায়: $(1-\alpha)$ α α

ধরি, A(g) এর প্রাথমিক চাপ P ও বিয়োজনমাত্রা, $\alpha = 0.2$

অতএব, সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + \alpha + \alpha$
$= 1 + \alpha$

$\therefore$ মিশ্রণে A গ্যাসের আংশিক চাপ, $P_A = \frac{1-\alpha}{1+\alpha}P$

এবং মিশ্রণে B গ্যাসের আংশিক চাপ, $P_B = \frac{\alpha}{1+\alpha}P$

এবং C গ্যাসের আংশিক চাপ, $P_C = \frac{\alpha}{1+\alpha}P$

এখন, সাম্যাবস্থায় আংশিক চাপে সাম্যধ্রুবক K_p হলে,

$K_P = \frac{P_B \times P_C}{P_A}$

$= \frac{\frac{\alpha^2}{(1+\alpha)^2}P^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}}P$

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

বা, $1 = \frac{0.2^2}{1-0.2^2}P$

বা, $P = 24$ atm.

অতএব, 20% বিক্রিয়ককে সাম্যাবস্থায় বিয়োজিত করতে প্রয়োজনীয় চাপের মান 24 atm

(ঘ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ-

$A(g) \rightleftharpoons B(g) + Z(g); \Delta H = -ve$

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি একটি তাপ উৎপাদী, বিয়োজন বিক্রিয়া বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা, চাপ ও ঘনমাত্রার প্রভাব বিদ্যমান। বিক্রিয়াটিতে "অধিক উৎপাদ প্রাপ্তি তথা A এর বিয়োজন বৃদ্ধিতে নিম্নোক্ত পদক্ষেপ গ্রহণ করা যেতে পারে:

i. তাপমাত্রা হ্রাসকরণ: বিক্রিয়াটিতে A এর বিযোজন একটি তাপ উৎপাদী প্রক্রিয়া। তাই সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়া ডানে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ তাপমাত্রার হ্রাসজনিত প্রভাব প্রশমিত করার চেষ্টা করবে। ফলে A এর বিযোজন বৃদ্ধি পাবে ।

ii. চাপ হ্রাসকরণ: বিক্রিয়াটিতে 1 mol গ্যাসীয় বিক্রিয়ক হতে 2 mol গ্যাসীয় উৎপাদ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ, বিক্রিয়কের চেয়ে উৎপাদের আয়তন বেশি। তাই চাপ হ্রাস করলে, সেই ফলাফলকে প্রশমিত করার জন্য চাপ বৃদ্ধি করা প্রয়োজন। উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধির মাধ্যমেই চাপ বৃদ্ধি করা সম্ভব। অর্থাৎ, বিক্রিয়াটিতে চাপ হ্রাস করলে A এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে।

iii. ঘনমাত্রার পরিবর্তন: বিক্রিয়াটিতে B এবং Z এর ঘনমাত্রা হ্রাস করলে বিক্রিয়া ডানে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ, A এর বিযোজন বৃদ্ধি পাবে। আবার, A এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করলেও সেই বৃদ্ধিজনিত ফলাফলকে প্রশমিত করার জন্য বিক্রিয়া ডানে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ, A এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে।

iv. উৎপাদ সরিয়ে নিলেও A এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে এবং অধিক উৎপাদ পাওয়া যাবে।

০২। **[ম. বো. ২৩]**

$P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g); \Delta H = -ve$

[P_2 ও Q_2এর প্রারম্ভিক মোল সংখ্যা যথাক্রমে 1.0 mol ও 1.2 mol।]

(ক) pH এর সংজ্ঞা লেখো ।

(খ) তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে বিশুদ্ধ পানির আয়নিক গুণফল পরিবর্তিত হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) 2 atm চাপে Q_2 এর 60% বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় উপনীত হলে, Kp হিসাব করো।

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

উত্তর:

(ক)

কোনো দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

(খ)

পানি একটি মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ। পানির আয়নিক গুণফল, $K_w = [H^+][OH^-]$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল স্থির। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পানির আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায়। কারণ, পানির আয়নিকরণ বা বিয়োজন একটি তাপহারী বিক্রিয়া ।

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-; \Delta H = +x\ kJmol^{-1}$$

সুতরাং, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে, উভমুখী বিয়োজন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডানে স্থানান্তরিত হয়। ফলে, দ্রবণে H^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং K_w এর মান বেড়ে যায়।

(গ)

Q_2 এর 60% বিক্রিয়া করলে সাম্যমিশ্রণে $1.2 \times (1 - 0.6)$ বা 0.48 mol Q_2 অবশিষ্ট থাকে এবং 1.2×0.6 বা $= 0.72$ mol Q_2 বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করে।

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো—

$$P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায় (মোলসংখ্যা): 1 1.2 0

সাম্যবস্থায় (মোল সংখ্যা): $(1 - 0.72)$ $(1.2 - 0.72)$ 2×0.72

$= 0.28$ $= 0.48$ $= 1.44$

[যেহেতু, P_2 ও Q_2 এর মোল সংখ্যা একই। কাজেই এদের বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পরিমাণও একই]

সাম্যবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (0.28 + 0.48 + 1.44)$ mol

$= 2.2$ mol

মোট চাপ, P = 2 atm

$\because$ P_2 এর আংশিক চাপ, $P_{P_2} = \frac{0.28}{2.2} \times 2 = 0.55$ atm

$\because$ Q_2 এর আংশিক চাপ, $P_{Q_2} = \frac{0.48}{2.2} \times 2 = 0.4364$ atm

$\because$ PQ এর আংশিক চাপ, $P_{PQ} = \frac{1.44}{2.2} \times 2 = 1.3091$ atm

$$\because K_P = \frac{P_{PQ}^2}{P_{P_2} \times P_{Q_2}} = \frac{(1.3091)^2}{0.255 \times 0.4364} = 15.4286$$

(ঘ)

উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটি হলো-

$$P_2(g) + Q_2(g) \rightleftharpoons 2PQ(g); \Delta H = -ve$$

বিক্রিয়াটি একটি তাপ উৎপাদী উভমুখী বিক্রিয়া, এ বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় পদক্ষেপসমূহ লা-শাতেলিয়ারের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করা হলো :

তাপমাত্রার হ্রাসকরণ: এ বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। সুতরাং, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে বিক্রিয়াটি পশ্চাৎ দিকে অগ্রসর হয়। কাজেই তাপমাত্রা হ্রাস করলে তাপমাত্রা হ্রাসের ফলাফল প্রশমিত করার জন্য তাপ উৎপাদী সম্মুখ প্রক্রিয়া বৃদ্ধি পায়। এর ফলে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডানদিকে সরে যায় এবং PQ এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

উৎপাদ গ্যাসের ঘনমাত্রা বৃদ্ধিকরণ ও উৎপাদ গ্যাস অপসারণ: উভমুখী সাম্য বিক্রিয়াটিতে যদি বাইরে থেকে P_2 ও Q_2 গ্যাসকে বিক্রিয়ক প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করানো হয় ও বিক্রিয়ার প্রকোষ্ঠ থেকে উৎপন্ন PQ গ্যাস অপসারিত করা হয় তবে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যায়। অর্থাৎ, PQ এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

০৩। **[রা. বো. ২৩]**

$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) + 92.4kJ/mol$

(ক) pOH কী?

(খ) হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য পাউলীর বর্জন নীতি প্রযোজ্য নয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির Kp এর রাশিমালা প্রতিপাদন করো।

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

উত্তর:

(ক)

কোনো দ্রবণের হাইড্রক্সাইড আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pOH বলে। $pOH = -\log [OH^-]$

(খ)

কোন পরমাণুর যেকোনো দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো এক হতে পারে না। কিন্তু H-পরমাণু ইলেকট্রনই মাত্র একটি। তাই দ্বিতীয় ইলেকট্রনের সাথে এর কোয়ান্টাম সংখ্যার কোনো তুলনা করা যায় না। সুতরাং হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য পাউলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য নয়।

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে নিম্নোক্তভাবে লেখা যায় –

$$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) + 92.4kJmol^{-1}$$

$$\text{বা, } N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.4kJmol^{-1}$$

মনে করি, 1 mol N_2 ও 3 mol H_2 বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 2x mol NH_3 উৎপন্ন করে।

প্রাথমিক অবস্থায়: 1mol 3mol 0

সাম্যাবস্থায় : $(1-x)$mol $3(1-x)$mol $2x$ mol

$\therefore$ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1-x+3-3x+2x)$mol

$= (4-2x)$mol

ধরি, মোট চাপ = P

N_2 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x}P$

H_2 এর আংশিক চাপ, $P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x}P$

NH_3 এর আংশিক চাপ, $P_{N_3} = \frac{2x}{4-2x}P = \frac{x}{2-x}P$

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2} \times (P_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{x}{2-x}P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x}P\right)\left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3}$$

$$= \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4P^2}$$

যদি $x \ll 1$ হয়

তবে $1-x=1$

এবং $2-x=2$

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়ার জন্য প্রাপ্ত K_p হলো $\frac{64x^2}{27P^2}$

(ঘ)

উদ্দীপকের প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো-

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{Fe,200atm}{\overset{450-550^\circ C}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g), \Delta H = \text{ঋনাত্মক}$$

বিক্রিয়াটি হতে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ NH_3, উৎপাদনের শর্তাবলি নিচে বিশ্লেষণ করা হলো—

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডান দিকে সরে গিয়ে NH_3 উৎপাদন বৃদ্ধি করবে। খুব নিম্ন নয় আবার খুব উচ্চ নয় এমন অত্যানুকূল তাপমাত্রায় $(450-500)^\circ C$ বিক্রিয়াটিকে পরিচালনা করা হয়।

চাপের প্রভাব: NH_3 উৎপাদনে সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, বিক্রিয়াটিতে আয়তনের সংকোচন ঘটে। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগের ফলে আয়তন হ্রাস পেয়ে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়

অর্থাৎ NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে 200 atm বায়ুচাপ প্রয়োগ করে সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_3 উৎপাদন করা সম্ভব হয়।

প্রভাবকের প্রভাব: প্রভাবক বিক্রিয়ার বেগ বাড়িয়ে দ্রুত সাম্যাবস্থা আনে সেজন্য উপযুক্ত চাপে 550°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার বেগ যথেষ্ট বাড়ে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন দ্রুত হয়। এজন্য এই বিক্রিয়ায় Fe প্রভাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ঘনমাত্রার প্রভাব: লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ক পদার্থগুলোর ঘনমাত্রা বাড়ালে এবং উৎপাদ পদার্থ সরিয়ে নিলে সম্মুখ বিক্রিয়া হয়। সেজন্য অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠ থেকে সরিয়ে ফেলা হয়। ফলে বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে হতে থাকে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

উপরোক্ত শর্তসমূহ পূরণ করে উদ্দীপকের বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়া যাবে।

০৪। **[দি. বো. ২৩]**

$X°$ সে. তাপমাত্রায় এবং 1 atm চাপে 30L আয়তনের একটি পাত্রে PCl_5 এর বিয়োজন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় PCl_5 20% বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। উক্ত তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির $K_p = 0.0417$ atm।

(ক) কেলাসন কাকে বলে?

(খ) সংকর অরবিটাল পাই বন্ধন গঠন করে না কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের x এর মান নির্ণয় করো।

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

উত্তর:

(ক)

কোনো কঠিন পদার্থের উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করে দ্রবণীয় কঠিন পদার্থকে দ্রবণ হতে কেলাস আকারে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে কেলাসন (Crystallization) বলে।

(খ)

π বন্ধনে অসংকরিত দুটি p অরবিটাল পরস্পর সমান্তরালে ওভার ল্যাপিং করে। কিন্তু, সংকর অরবিটাল এর ভিন্ন ভিন্ন আকার ও ভিন্ন ভিন্ন ওরিয়েন্টেশন এর কারণে সমান্তরালে ওভার ল্যাপিং করা সম্ভব নয়। তাই সংকর অরবিটাল π বন্ধন গঠন করে না।

(গ)

এখানে, PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা, a 20% বা 0.2

পাত্রের মোট আয়তন, V = 30 L

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো-

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

প্রাথমিক অবস্থা:	1mol	0 mol	0 mol
সাম্যাবস্থা :	$(1-\alpha)$mol	α mol	α mol
	$= (1-0.2)$mol	$= 0.2$mol	$= 0.2$mol
	$= 0.8$mol		

সাম্যাবস্থায়,

PCl_5 এর ঘনমাত্রা, $[PCl_5] = \frac{0.8}{30}$M

$= \frac{2}{75}$M

PCl_3 এর ঘনমাত্রা, $[PCl_3] = \frac{0.2}{30} = \frac{1}{150}$M

Cl_2 এর ঘনমাত্রা, $[Cl_2] = \frac{0.2}{30} = \frac{1}{150}$M

$$\therefore K_C = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{\frac{1}{150} \times \frac{1}{150}}{\frac{2}{75}} \text{mol/L}$$

$$= 1.67 \times 10^{-3} \text{mol/L}$$

আমরা জানি,

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$\Rightarrow 0.0417 = 1.67 \times 10^{-3}(8.314T)$

$\because T = 3.0034K$

এখানে, $\Delta n = 2 - 1 = 1$

$R = 8.314 JK^{-1}mol^{-1}$

T = কেলভিন এককে তাপমাত্রা

$\because$ X এর মান $= (3.0034 - 273)$

$= -269.9966°C$

$\approx -270°C$ (প্রায়)

(ঘ)

জানা আছে, PCl_5 এর ক্ষেত্রে,

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

এখানে,

আদি বেগ, $P_1 = 1atm$

আদি বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_1 = 20\% = 0.2$

শেষ চাপ, $P_2 = 0.0417atm$

শেষ বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_2 = ?$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K_p যেহেতু ধ্রুবক,

$$\therefore \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_1^2} \times P_1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times P_2$$

$$\therefore \frac{0.2^2}{1-0.2^2} \times 1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times 0.0417$$

$$\therefore \frac{\alpha_2^2}{1-\alpha_2^2} = 0.999$$

$$\therefore \alpha_2^2 = 0.999n - 0.999\alpha_2^2$$

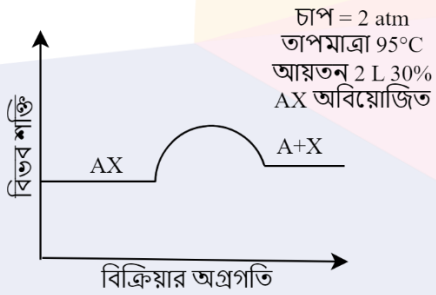
$$\therefore 1.999\alpha_2^2 = 0.999$$

$$\therefore \alpha_2^2 = 0.4997$$

$$\therefore \alpha_2 = 0.707 = 70.7\%$$

সুতরাং, তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ কমিয়ে 0.0417 atm এ নিয়ে এলে PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

০৫। **[দি. বো. ২৩]**



(ক) হুন্ডের নীতিটি লেখো।

(খ) সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাস কেন?

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_C নির্ণয় করো।

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

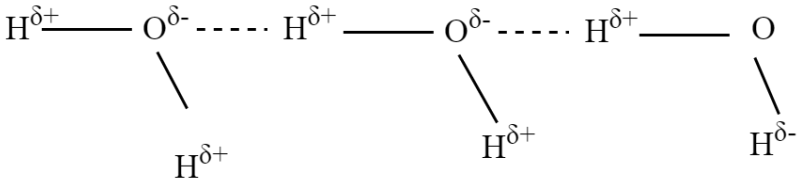
উত্তর:

(ক)

হুন্ডের নীতি হলো—একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।

(খ)

পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেন ও সালফারের হাইড্রাইড হলো যথাক্রমে H_2O ও H_2S। তাই H_2O এবং H_2S এর ধর্মে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল এবং H_2S গ্যাসীয় প্রকৃতির হয়। এর অন্যতম কারণ হলো পানি পোলার অণু। অপরদিকে H_2S হলো অপোলার পোলার পানির অণুসমূহের মধ্যে - আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। ফলে পানি তরল হয়। কিন্তু, H_2S অপোলার বিধায় এতে শুধুমাত্র দুর্বল ভ্যান ডার ওয়ালস বল কাজ করে। তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে ।



চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক H বন্ধন (.....)

(গ)

দেওয়া আছে, আয়তন, V = 2L

AX এর বিয়োজনমাত্রা, $\alpha = 70\% = 0.7$

	AX	⇌	A	+	X
বিক্রিয়ার শুরুতে:	1mol		0mol		0 mol
সাম্যাবস্থায়:	(10.7)mol		0.7mol		0.7 mol
	= 0.3 mol				

সাম্যাবস্থায়, AX এর ঘনমাত্রা, $[AX] = \frac{0.3}{2} = 0.15$

AX এর ঘনমাত্রা, $[A] = \frac{0.7}{2} = 0.35$

X এর ঘনমাত্রা, $[X] = \frac{0.7}{2} = 0.35$

$\therefore Kc = \frac{[A][X]}{[AX]} = \frac{0.35 \times 0.35}{0.15} = 0.817$

(ঘ)

জানা আছে, PCl_5 এর ক্ষেত্রে,

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

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K_p যেহেতু ধ্রুবক,

এখানে,

আদি বেগ, $P_1 = 1atm$

আদি বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_1 = 20\% = 0.2$

শেষ চাপ, $P_2 = 0.0417atm$

শেষ বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_2 = ?$

$$\therefore \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_1^2} \times P_1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times P_2$$
$$\therefore \frac{0.2^2}{1-0.2^2} \times 1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times 0.0417$$
$$\therefore \frac{\alpha_2^2}{1-\alpha_2^2} = 0.999$$
$$\therefore \alpha_2^2 = 0.999\text{n} - 0.999\alpha_2^2$$
$$\therefore 1.999\alpha_2^2 = 0.999$$
$$\therefore \alpha_2^2 = 0.4997$$
$$\therefore \alpha_2 = 0.707 = 70.7\%$$

সুতরাং, তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ কমিয়ে 0.0417 atm এ নিয়ে এলে PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে।
[উত্তর: চাপ দ্বিগুণ করলে বিয়োজন মাত্রা হবে 56.95% অর্থাৎ বিয়োজনের পরিবর্তন হবে।]

০৬। **[কু. বো. ২৩]**

$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$

(ক) অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে?

(খ) ফ্লোরিন সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল— ব্যাখ্যা করো ।

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

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

উত্তর:

(ক)

যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

(খ)

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

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$$

বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে 1 mol A_2 গ্যাস ও 3 mol B_2 গ্যাস মিলে 2 mol AB_3 উৎপাদ গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$K_p = \frac{P_{A_{B_3}}^2}{P_{A_2} P_{B_2}^3}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{\left(\frac{n_{A_3}}{V} RT\right)^2}{\left(\frac{n_{A_2}}{V} RT\right)\left(\frac{n_{B_2}}{V} RT\right)^3}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{\left(C_{A_3} RT\right)^2}{C_{A_2} RT \times \left(C_{B_2} RT\right)^3}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]} (RT)^{-2}$$

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

$PV = nRT$
$\Rightarrow P = \frac{n}{V} RT$
$\Rightarrow P = CRT$
C হলো ঘনমাত্রা
$C_{AB_3} = [AB_3]$

ইহাই উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে K_pএবং K_c এর মধ্যে সম্পর্ক।

(ঘ)

প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো-

$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3; \Delta H = -ve$

বিক্রিয়াটির উপর তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা এবং চাপের প্রভাব লা-শাতেলিয়ারের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করা হলো:

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডান দিকে সরে গিয়ে NH_3 উৎপাদন বৃদ্ধি করবে। খুব নিম্ন নয় আবার খুব উচ্চ নয় এমন অত্যানুকূল তাপমাত্রায় $(450 - 500)°C$ বিক্রিয়াটিকে পরিচালনা করা হয়।

চাপের প্রভাব: NH_3 উৎপাদনে সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, বিক্রিয়াটিতে আয়তনের সংকোচন ঘটে। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগের ফলে আয়তন হ্রাস পেয়ে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়।

অর্থাৎ NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে 200 atm বায়ুচাপ প্রয়োগ করে সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_3 উৎপাদন করা সম্ভব হয়।

প্রভাবকের প্রভাব: প্রভাবক বিক্রিয়ার বেগ বাড়িয়ে দ্রুত সাম্যাবস্থা আনে সেজন্য উপযুক্ত চাপে $550°C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার বেগ যথেষ্ট বাড়ে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন দ্রুত হয়। এজন্য এই বিক্রিয়ায় Fe প্রভাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ঘনমাত্রার প্রভাব: লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ক পদার্থগুলোর ঘনমাত্রা বাড়ালে এবং উৎপাদ পদার্থ সরিয়ে নিলে সম্মুখ বিক্রিয়া হয়। সেজন্য অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠ থেকে সরিয়ে ফেলা হয়। ফলে বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে হতে থাকে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

উপরোক্ত শর্তসমূহ পূরণ করে উদ্দীপকের বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়া যাবে।

০৭। **[চ. বো. ২৩]**

$X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g); \Delta H = -ve$

(ক) অরবিটাল কাকে বলে?

(খ) গ্লুবার লবণের দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রা বৃদ্ধির প্রভাব ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপক বিক্রিয়ার K_P এর রাশিমালা প্রতিপাদন করো ।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার শর্তসমূহ বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

নিউক্লিয়াসের চারপাশের যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে সেসব স্থানই হলো অরবিটাল ।

(খ)

খাবার লবণের অপর নাম মিরাবিলাইট বা জলীয় সোডিয়াম সালফেট ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) এর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দ্রাব্যতা প্রথমে ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায়। $32°C$ তাপমাত্রায় এর দ্রাব্যতা সর্বাধিক হয়। এর চেয়ে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবণটি অ্যানহাইড্রেটেড অবস্থায় Na_2SO_4এ পরিণত হয়। ফলে তাপমাত্রা বাড়ালে Na_2SO_4 এর দ্রাব্যতা ধীরে ধীরে কমে। আর্দ্র কেলাস হতে অনার্দ্র কেলাসে পরিণত হওয়ার কারণে এই ব্যতিক্রমী রূপ দেখা যায় ।

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে নিম্নোক্তভাবে লেখা যায় -

$$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) + 92:4kJmol^{-1}$$

$$\text{বা, } N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.4kJmol^{-1}$$

মনে করি, 1 mol N_2 ও 3 mol H_2 বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 2 mol NH_3 উৎপন্ন করে।

প্রাথমিক অবস্থায়: 1mol 3mol 0

সাম্যাবস্থায় : $(1-x)$mol $3(1-x)$mol $2\times$ mol

$\therefore$ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1-x+3-3x+2x)$mol

$= (4-2x)$mol

ধরি, মোট চাপ = P

N_2 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x}P$

H_2 এর আংশিক চাপ, $P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x}P$

NH_3 এর আংশিক চাপ, $P_{N_3} = \frac{2x}{4-2x}P = \frac{x}{2-x}P$

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2} \times (P_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{x}{2-x}P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x}P\right)\left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3}$$

$$= \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4P^2}$$

যদি $x \ll 1$ হয়
তবে $1-x=1$
এবং $2-x=2$

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়ার জন্য প্রাপ্ত K_p হলো $\frac{64x^2}{27P^2}$

(ঘ)

উদ্দীপকে প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো-

$$X_2 + 3Y_2 \rightleftharpoons 2XY_3; \Delta H = -ve$$

উদ্দীপকর বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার শর্তসমূহ লা- শাতেলিয়ারের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করা হলো:

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডান দিকে সরে গিয়ে NH_3 উৎপাদন বৃদ্ধি করবে। খুব নিম্ন নয় আবার খুব উচ্চ নয় এমন অত্যানুকূল তাপমাত্রায় $(450-500)°C$ বিক্রিয়াটিকে পরিচালনা করা হয়।

চাপের প্রভাব: NH_3 উৎপাদনে সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, বিক্রিয়াটিতে আয়তনের সংকোচন ঘটে। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগের ফলে আয়তন হ্রাস পেয়ে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়

অর্থাৎ NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে 200 atm বায়ুচাপ প্রয়োগ করে সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_3 উৎপাদন করা সম্ভব হয়।

প্রভাবকের প্রভাব: প্রভাবক বিক্রিয়ার বেগ বাড়িয়ে দ্রুত সাম্যাবস্থা আনে সেজন্য উপযুক্ত চাপে $550°C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার বেগ যথেষ্ট বাড়ে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন দ্রুত হয়। এজন্য এই বিক্রিয়ায় Fe প্রভাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ঘনমাত্রার প্রভাব: লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ক পদার্থগুলোর ঘনমাত্রা বাড়ালে এবং উৎপাদ পদার্থ সরিয়ে নিলে সম্মুখ বিক্রিয়া হয়। সেজন্য অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠ থেকে সরিয়ে ফেলা হয়। ফলে বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে হতে থাকে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

উপরোক্ত শর্তসমূহ পূরণ করে উদ্দীপকের বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়া যাবে।

০৮। **[সি. বো. ২৩]**

$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -92.38kJ$

(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখো ।

(খ) ফ্লোরিন সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল কেন?

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির জন্য Kp এর রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো ।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার উৎপাদের পরিমাণ লা-শাতেলিয়ার নীতি প্রয়োগ করে নিয়ন্ত্রণ করা যায়— - বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার, ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের সমানুপাতিক ।

(খ)

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

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে নিম্নোক্তভাবে লেখা যায়—

$$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) + 92.4kJmol^{-1}$$

$$\text{বা, } N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.4kJmol^{-1}$$

মনে করি, 1 mol N_2 ও 3 mol H_2 বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 2 mol NH_3 উৎপন্ন করে।

প্রাথমিক অবস্থায়:	1mol	3mol	0
সাম্যাবস্থায়	: $(1-x)$mol	$3(1-x)$mol	$2x$ mol

$\therefore$ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1 - x + 3 - 3x + 2x)\text{mol}$

$= (4 - 2x)\text{mol}$

ধরি, মোট চাপ = P

N_2 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x}P$

H_2 এর আংশিক চাপ, $P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x}P$

NH_3 এর আংশিক চাপ, $P_{N_3} = \frac{2x}{4-2x}P = \frac{x}{2-x}P$

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2} \times (P_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{x}{2-x}P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x}P\right)\left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3}$$

$$= \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4P^2}$$

যদি $x \ll 1$ হয়

তবে $1 - x = 1$

এবং $2 - x = 2$

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়ার জন্য প্রাপ্ত K_p হলো $\frac{64x^2}{27P^2}$

(ঘ)

উদ্দীপকের প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো-

$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{Fe,200atm}{\overset{450-550^\circ C}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g), \Delta H = \text{ঋনাত্মক}$

বিক্রিয়াটি হতে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ NH_3, উৎপাদনের শর্তাবলি নিচে বিশ্লেষণ করা হলো—

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডান দিকে সরে গিয়ে NH_3 উৎপাদন বৃদ্ধি করবে। খুব নিম্ন নয় আবার খুব উচ্চ নয় এমন অত্যানুকূল তাপমাত্রায় $(450 - 500)^\circ C$ বিক্রিয়াটিকে পরিচালনা করা হয়।

চাপের প্রভাব: NH_3 উৎপাদনে সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, বিক্রিয়াটিতে আয়তনের সংকোচন ঘটে। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগের ফলে আয়তন হ্রাস পেয়ে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়

অর্থাৎ NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে 200 atm বায়ুচাপ প্রয়োগ করে সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_3 উৎপাদন করা সম্ভব হয়।

প্রভাবকের প্রভাব: প্রভাবক বিক্রিয়ার বেগ বাড়িয়ে দ্রুত সাম্যাবস্থা আনে সেজন্য উপযুক্ত চাপে 550°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার বেগ যথেষ্ট বাড়ে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন দ্রুত হয়। এজন্য এই বিক্রিয়ায় Fe প্রভাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ঘনমাত্রার প্রভাব: লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ক পদার্থগুলোর ঘনমাত্রা বাড়ালে এবং উৎপাদ পদার্থ সরিয়ে নিলে সম্মুখ বিক্রিয়া হয়। সেজন্য অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠ থেকে সরিয়ে ফেলা হয়। ফলে বিক্রিয়া সম্মুখ দিকে হতে থাকে এবং অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

উপরোক্ত শর্তসমূহ পূরণ করে উদ্দীপকের বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়া যাবে।

০৯। **[য. বো. ২৩]**

25°C তাপমাত্রায় 1 L একটি পাত্রে বিয়োজন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

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

(ক) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক কাকে বলে?

(খ) pH সীমা 0 - 14 ধরা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় করো।

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

উত্তর:

(ক)

কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রতিটি বিক্রিয়ক 1M ঘনমাত্রায় থাকলে তখন বিক্রিয়ার হারকে বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক বা বেগ ধ্রুবক বলে।

(খ)

কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+]$ = 1M হলে,
$pH = -\log(1) = 0$
দ্রবণে $[OH^-]$ = 1M হলে,
$pOH = -\log(1) = 0$
$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 0 = 14$

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি: $X(g) \rightleftharpoons 2Y(g)$	এখানে,
বিক্রিয়ার শুরুতে: 1mol 0mol	বিয়োজন মাত্রা, $\propto = 40\%$
সাম্যাবস্থায়: $(1-0.4)$mol 0.8mol	তাপমাত্রা, $T = 25°C = 298K$
$= 0.6$ mol	আয়তন, V = 1L

সাম্যাবস্থায় X এর ঘনমাত্রা, $[X] = \frac{0.6}{1} = 0.6M$
Y এর ঘনমাত্রা, $[Y] = \frac{0.8}{1} = 0.8M$
$\therefore K_c = \frac{0.8^2}{0.6} = 1.067$
$\therefore K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 1.067 \times (0.0821 \times 298)^1 = 26.1atm$

(ঘ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়া হলো:

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

প্রাথমিক অবস্থা: 1mol 0mol
সাম্যাবস্থা : $(1-\alpha)$mol 2αmol
এখানে, X এর বিয়োজন মাত্রা, α
α এর মান
দেওয়া আছে 40%
বা, $\alpha = 0.40$
তাপমাত্রা যেহেতু একই থাকছে তাই K_C এর পরিবর্তন হবে না। এখন, বিক্রিয়া পাত্রের আয়তন দ্বিগুণ হলে,

$$K_C = \frac{\left(\frac{2\alpha}{2}\right)^2}{\frac{1-\alpha}{2}}$$
$$\Rightarrow 1.067 = \frac{4\alpha^2}{4} \times \frac{2}{1-\alpha}$$
$$\Rightarrow 2\alpha^2 + 1.0667\alpha - 1.067 = 0$$

আবার, আয়তন অর্ধেক করলে,

$$K_C = \frac{\left(\frac{2\alpha}{\frac{1}{2}}\right)^2}{\frac{1-\alpha}{\frac{1}{2}}}$$
$$\Rightarrow 1.067 = \frac{8\alpha^2}{1-\alpha}$$
$$\Rightarrow 8\alpha^2 + 1.067\alpha - 1.067 = 0$$
$$\alpha = 0.30.$$

$\therefore$ আয়তন দ্বিগুণ এবং অর্ধেক করলে বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তন হয়।

১০। [ব. বো. ২৩]

(i) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) +$ তাপ
(ii) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) - 43.0$ kCal

(ক) এন্টিমাইক্রোবিয়াল কী?

(খ) খাদ্য সংরক্ষণে লবণের ভূমিকা ব্যাখ্যা করো।

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

(ঘ) (i) নং ও (ii) নং বিক্রিয়ায় উৎপাদ বৃদ্ধির শর্তসমূহ বিশ্লেষণ করো ।

উত্তর:

(ক)

এন্টিমাইক্রোবিয়াল একধরনের কৃত্রিম খাদ্য সংরক্ষক যা খাদ্যবস্তুতে ব্যাকটেরিয়া, মোল্ড ও ঈস্টের বৃদ্ধি প্রতিহত করে।

(খ)

খাদ্য সংরক্ষণের বহুল প্রচলিত পদ্ধতি হলো কিউরিং। খাদ্য দ্রব্যকে খাবার লবণ বা এর নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ দ্বারা সংরক্ষণ করার প্রক্রিয়াকে কিউরিং বলে। NaCl এর বিভিন্ন ঘনমাত্রার দ্রবণ খাদ্য দ্রব্য হতে মুক্ত পানিকে শুষে নেয়। ফলে খাদ্য দ্রব্যের মধ্যে অণুজীব জন্মানোর অনূকুল পরিবেশ পায় না। NaCl এর দ্রবণ ও ল্যাকটিক এসিড ব্যাকটেরিয়ার উৎপাদন ও বংশবিস্তারের জন্য প্রতিকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে। ফলে, এ পদ্ধতিতে খাদ্যদ্রব্য দীর্ঘদিন সুরক্ষিত থাকে।

(গ)

(i) নং বিক্রিয়ায়

	$N_2(g)$	+ $3H_2(g)$	⇌	$2NH_3(g)$
প্রাথমিক অবস্থায়:	1mol	3mol		0mol
সাম্যাবস্থায়:	$(1-\alpha)$mol	$(3-3x)$mol		2αmol

প্রশ্নমতে, $2\alpha = 3.85\%$

$\Rightarrow 2\alpha = 3.85\%$

$\Rightarrow \alpha = \frac{2.85}{2\times100}$

$= 0.01925$

$\therefore$ সাম্যাবস্থায় N_2 এর মোল সংখ্যা $1 - 0.01925 = 0.98075$

সাম্যাবস্থায় H_2 এর মোল সংখ্যা, $3 - 3 \times 0.01925 = 2.94225$

সাম্যাবস্থায় NH_3 এর মোল সংখ্যা $= 0.0385$mol

$$X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n} = \frac{0.98075}{0.98075 + 2.94225 + 0.0385} = \frac{0.98075}{3.96825} = 0.247$$

$$X_{H_2} = \frac{2.942}{3.968} = 0.741$$

$$P_{NH_3} = X_{NH_3}X_p$$

$$X_{NH_3} = \frac{0.0385}{3.968} = 0.0097$$

$$K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2}^2 P_{H_2}^3}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{0.0097^2\times10^2}{0.247\times10\times0.741^3\times10^3}$$

$\therefore K_P = 9.36 \times 10^{-6}$

(ঘ)

উদ্দীপকের (i) নং বিক্রিয়াটি হেবার বোস পদ্ধতিতে NH_3 উৎপাদনের সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া। যা নিম্নরূপে সংঘটিত হয়-

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.38kJ$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে লা শাতেলিয়ারের নীতির আলোকে সর্বোচ্চ উৎপাদ প্রাপ্তি তথা উৎপাদ বৃদ্ধির শর্তসমূহ নিম্নে আলোচনা করা হলো-

জানা আছে, PCl_5 এর ক্ষেত্রে,

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

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K_p যেহেতু ধ্রুবক,

$$\therefore \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_1^2} \times P_1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times P_2$$

$$\therefore \frac{0.2^2}{1-0.2^2} \times 1 = \frac{\alpha_1^2}{1-\alpha_2^2} \times 0.0417$$

$$\therefore \frac{\alpha_2^2}{1-\alpha_2^2} = 0.999$$

$$\therefore \alpha_2^2 = 0.999n - 0.999\alpha_2^2$$

$$\therefore 1.999\alpha_2^2 = 0.999$$

$$\therefore \alpha_2^2 = 0.4997$$

$$\therefore \alpha_2 = 0.707 = 70.7\%$$

এখানে,

আদি বেগ, $P_1 = 1atm$

আদি বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_1 = 20\% = 0.2$

শেষ চাপ, $P_2 = 0.0417atm$

শেষ বিয়োজন মাত্রা, $\alpha_2 = ?$

সুতরাং, তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ কমিয়ে 0.0417 atm এ নিয়ে এলে PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

আবার, (ii) নং বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ-

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

বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী উভমুখী বিক্রিয়া। এক্ষেত্রে, উৎপাদ বৃদ্ধির শর্তসমূহ লা শাতেলিয়ারের নীতির আলোকে নিম্নে দেয়া হলো-

১. তাপহারী বিক্রিয়া হওয়ায় তাপমাত্রা বাড়ালে উৎপাদ বৃদ্ধি পাবে।

২. প্রভাবক যোগ করলে বিক্রিয়া দ্রুত সাম্যাবস্থায় পৌঁছবে।

৩. উৎপাদ সরিয়ে নিলে উৎপাদের উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

৪. চাপের কোনো প্রভাব নেই। যেহেতু, বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা সমান।

১১। **[ব. বো. ২৩]**

0.5 L আয়তনের একটি ফ্লাস্কে 0.105 mol PCl_5, 0.045 mol Cl_2 এবং 0.045 mol PCl_3 মিশ্রিত করা হলো। 25°C তাপমাত্রায় $PCl_5(g) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়ার $K_c = 4.2 \times 10^{-2} mol/L$

(ক) রাসায়নিক বন্ধন কাকে বলে?

(খ) NH_4^+ আয়নের সন্নিবেশ বন্ধন ব্যাখ্যা করো।

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

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

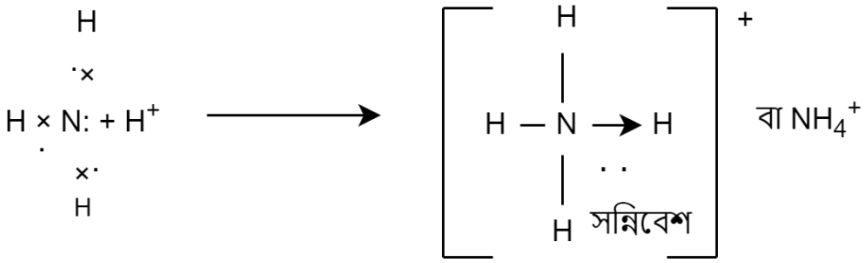
উত্তর:

(ক)

যে আকর্ষণ বলের মাধ্যমে একটি পরমাণু, আয়ন বা অণু অন্য পরমাণু, আয়ন বা অণুর সাথে যুক্ত হয়, তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে।

(খ)

অ্যামোনিয়া অণুতে তিনটি $N - H$ একক সমযোজী বন্ধন আছে এবং নাইট্রোজেন পরমাণুতে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল আছে, যা প্রোটন (H) এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন সৃষ্টি করে অ্যামোনিয়াম আয়ন গঠন করে।



(গ)

উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটি হলো:

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

ধরি, PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা α

	$PCl_5(g)$	$\rightleftharpoons$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$
প্রাথমিক অবস্থায় মোলসংখ্যা :	0.105mol		0.045mol		0.045mol
সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা :	$(0.105-\alpha)\text{mol}$		$(0.045+\alpha)$		$(0.045+\alpha)$

শর্তমতে,

সাম্যমিশ্রণে PCl_5 এর ঘনমাত্রা $[PCl_5] = 0.2065\text{mol/L}$

দেওয়া আছে,

বিক্রিয়া পাত্রের আয়তন, $V = 0.5\text{L}$

PCl_5 এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S = \frac{n}{V}$

$$= \frac{0.105}{0.5}$$
$$= 0.21\text{molL}^{-1}$$

সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা হলো $0.2065\ \text{mol L}^{-1}$

ঘনমাত্রার পরিবর্তন $= (0.21 - 0.2065)\text{molL}^{-1}$
$= 3.5 \times 10^{-3}\text{molL}^{-1}$

∴ মোল সংখ্যার পরিবর্তন = ঘনমাত্রার পরিবর্তন × আয়তন
$= 3.5 \times 10^{-3} \times 0.5$
$= 1.75 \times 10^{-3}\text{mol}$

তাহলে $\alpha = 1.75 \times 10^{-3}\text{mol}$

∴ সাম্যাবস্থায় PCl_3 এর ঘনমাত্রা হবে, $\frac{(0.045+1.75\times10^{-3})\text{mol}}{0.5\text{L}}$
$= 0.0935\ \text{mol L}^{-1}$

∴ সাম্যাবস্থায় Cl_2 এর ঘনমাত্রা হবে, $\frac{(0.045+1.75\times10^{-3})\text{mol}}{0.5\text{L}}$
$= 0.0935\ \text{mol L}^{-1}$

(ঘ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

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

এ বিক্রিয়ার শুরুতে উপাদানগুলোর ঘনমাত্রা

$$[PCl_5] = \frac{0.105\text{mol}}{0.5\text{L}} = 0.21\text{mol/L}$$
$$[PCl_3] = \frac{0.045\text{mol}}{0.5\text{L}} = 0.09\text{mol/L}$$
$$[Cl_2] = \frac{0.045\text{mol}}{0.5\text{L}} = 0.09\text{mol/L}$$

তাহলে বিক্রিয়া অনুপাত

$$Q_C = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$
$$= \frac{\frac{0.09 \times 0.09}{0.21}\text{mol}}{\text{L}}$$
$$= 3.857 \times \frac{10^{-2}\text{mol}}{\text{L}}$$

উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_C = 4.2 \times 10^{-2}\text{mol/L}$

কিন্তু $Q_C = 3.857 \times 10^{-2}, \text{mol/L}$ এখানে $K_C > Q_c$

তাই বিক্রিয়াটি সম্মুখদিকে অগ্রসর হবে।

১২। **[ঢা. বো. ২২]**

$AX_5(g) \rightleftharpoons AX_3(g) + X_2(g); K_p = 1 \ \ atm$

(ক) মল্ট কী?

(খ) অবস্থান্তর ধাতু রঙিন যৌগ গঠন করে কেন? ব্যাখ্যা করো।

(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 করো।

উত্তর:

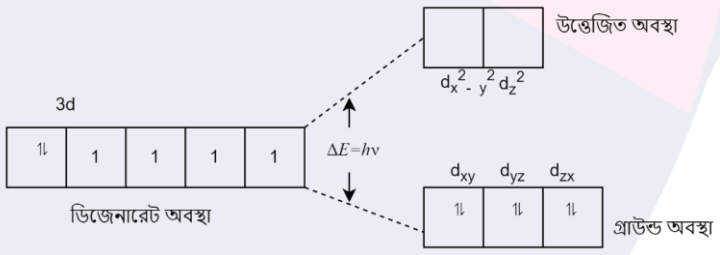
(ক)

বার্লির দানাকে পানিতে 15°C তাপমাত্রায় অন্ধকারে খোলা অবস্থায় রেখে দিলে বার্লির দানা অঙ্কুরিত হয় এবং এই অঙ্কুরিত শুষ্ক বার্লির দানার গুঁড়াই হলো মল্ট ।

(খ)

অবস্থান্তর মৌলগুলো রঙিন যৌগ গঠন করে। যখন অবস্থান্তর ধাতুসমূহের d অরবিটালের একটি ইলেকট্রন উত্তেজিত হয়ে অপর একটি d অরবিটালে অবস্থান নেয়, তখন পরমাণুতে শোষিত শক্তির কম্পাঙ্ক সাধারণত তড়িৎ চৌম্বকীয় রশ্মির দৃশ্যমান অংশের মধ্যে পড়ে। Fe^{2+} এর ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষিত বর্ণের উৎস strong ligand এর ক্ষেত্রে নিম্নে দেখানো হলো:

যেমন, Fe (II) হলো অবস্থান্তর মৌল।



মূলত অবস্থান্তর মৌল কর্তৃক শোষিত আলোক রশ্মি দৃশ্যমান অঞ্চলে বিরাজ করে বিধায় এদের যৌগসমূহ রঙিন হয়ে থাকে।

(গ)

উদ্দীপকের সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো :

$AX_5 \rightleftharpoons AX_3 + X_2$

প্রাথমিক অবস্থায় (মোল): 1 0 0

সাম্যবস্থায় (মোল সংখ্যা): $1-\alpha$ α α

বিক্রিয়াটির জন্য K_P এর রাশিমালা হলো:

ধরি

মোট চাপ = P

এখানে, সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = $1-\alpha+\alpha+\alpha$

$= 1+\alpha$

আমরা জানি, আংশিক চাপ = মোল ভগ্নাংশ × মোট চাপ

এখন, উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $K_p = \frac{P_{AX_2} \times P_{X_2}}{P_{A_5}}$

বা, $K_p = \frac{\left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)\cdot P \cdot \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)\cdot P}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right)\cdot P}$

দেওয়া আছে,

বিয়োজন মাত্রা, α = 30% = 0.3

আংশিক চাপের সাম্যধ্রুবক, $K_p = 1$

মোট চাপ, P = ?

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

$$\text{বা, } 1 = \frac{(0.3)^2 \cdot P}{1-(0.3)^2} \quad \text{বা, } 1 = \frac{0.09P}{0.91} \quad \therefore P = 10.11atm$$

অতএব, AX_5 এর 30% বিয়োজিত হতে হলে বিক্রিয়া সিস্টেমের মোট চাপ হবে 10.11 atm ।

(ঘ)

তাপমাত্রা স্থির রেখে, মোট চাপ প্রয়োগ করা হলে, P = 1.2 atm ।

ধরি, তখন বিয়োজন মাত্রা = α

প্রাথমিক অবস্থায় (মোল সংখ্যা): $AX_5 \rightleftharpoons AX_3 + X_2$

1 0 0

সাম্যবস্থায় (মোল সংখ্যা): $1-\alpha$ α α

বিক্রিয়াটির জন্য K_p এর রাশিমালা হলোঃ

$$K_p = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2} \quad \text{বা, } 1 = \frac{1.2 \times \alpha^2}{1-\alpha^2} \quad \text{বা, } 1.2\alpha^2 = 1-\alpha^2 \quad \text{বা, } 2.2\alpha^2 = 1 \quad \therefore \alpha = 0.674 = 67.4\%$$

অর্থাৎ, 10.11 atm চাপে বিয়োজন মাত্রা 30% হতে 1.2 atm চাপে বিয়োজন মাত্রা বেড়ে দাড়ায় 67.4% ।

সুতরাং, বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তন, (67.4−30)% = 37.4%

অতএব, উপরিল্লিখিত গাণিতিক বিশ্লেষণের আলোকে বলা যায় যে, উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির রেখে 1.2 atm চাপ প্রয়োগ করা হলে বিয়োজন মাত্রায় পরিবর্তন হবে 37.4% বৃদ্ধি।

১৩। **[ম. বো. ২২]**

$AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g); \Delta H = +ve, 225^\circ C$ তাপমাত্রায় এবং 3 atm চাপে AB (g) 40% বিয়োজিত হয়।

(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি লিখ ।

(খ) খাদ্য লবণ CCl_4 দ্রাবকে অদ্রবণীয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি আংশিক চাপে সাম্যাঙ্ক (Kp) এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করো।

উত্তর:

(ক)

ভরক্রিয়া সূত্র: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

(খ)

"Like dissolves like" তত্ত্ব মতে পোলার দ্রব পোলার দ্রাবকে দ্রবীভূত এবং অপোলার দ্রব অপোলার দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। খাদ্য লবণ (NaCl) একটি পোলার দ্রব কিন্তু CCl_4একটি অপোলার দ্রাবক, তাই খাদ্য লবণ (NaCl) CCl_4 দ্রাবকে অদ্রবণীয়।

(গ)

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো:

দেওয়া আছে,

বিয়োজন মাত্রা, α

= 40%

= 0.4

$AB_5 \rightleftharpoons AB_3 + B_2$

প্রাথমিক অবস্থায় (মোল সংখ্যা): 1 0 0

সাম্যবস্থায় (মোল সংখ্যা) : $1-\alpha$ α α

সাম্যবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = 0.6 + 0.4 + 0.4

= 1.4 mol

মোট চাপ, P = 3 atm

AB_5 এর আংশিক চাপ, $P_{AB_5} = \frac{0.6}{1.4} \times 3 = 1.29$

AB_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AB} = \frac{0.4}{1.4} \times 3 = 0.86$

B_2 এর আংশিক চাপ, $P_{B_2} = \frac{0.4}{1.4} \times 3 = 0.86$

$$\therefore K_p = \frac{P_{AB_3} \times P_{B_2}}{P_{AB_5}} = \frac{0.86 \times 0.86}{1.29} = 0.57$$

অতএব, উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির আংশিক চাপে সাম্যাঙ্ক (K_p) এর মান 0.57 ।

(ঘ)

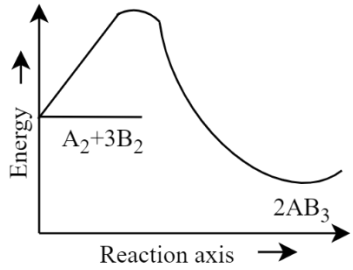
উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো:

$$AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g); \Delta H = +ve$$

অর্থাৎ, প্রদত্ত বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া। প্রদত্ত বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রার ব্যাপক প্রভাব রয়েছে। বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব নিম্নে আলোচনা করা হলো।

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া (ΔH ধনাত্মক)। ফলে বিক্রিয়াটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে। এর ফলে সাম্যধ্রুবকের মান বেড়ে যাবে এবং তাপ প্রয়োগে বিক্রিয়াটি সম্মুখ দিকে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ উৎপাদ বৃদ্ধি পাবে। আবার, তাপ অপসারণ করলে বিক্রিয়াটি পেছনের দিকে সরে আসবে। অর্থাৎ সাম্যধ্রুবক হ্রাস পাবে। এ বিক্রিয়ায় তাপ প্রয়োগ করা হলে উৎপাদ বৃদ্ধি পাবে এবং তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে উৎপাদ হ্রাস পাবে।

১৪। [রা. বো. ২২]



A ও B মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 7 ও 1

(ক) বিয়োজন ধ্রুবক কী?

(খ) HCl একটি সমযোজী যৌগ হলেও পানিতে দ্রবণীয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের AB_3 যৌগের আকৃতি ও বন্ধন কোণ সংকরায়নের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের AB_3 যৌগটির শিল্পোৎপাদন প্রক্রিয়ার সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্তসমূহ বিশ্লেষণ করো।

উত্তর:

(ক)

প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোন ক্ষারকের বা এসিডের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে, তাকে ঐ ক্ষারকের বা এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক বলে।

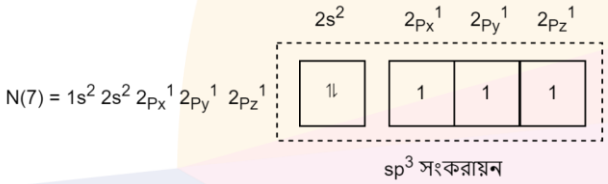
(খ)

HCl একটি সমযোজী যৌগ। কিন্তু এতে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.5 অপেক্ষা বেশি। তাই এটি পোলার সমযোজী যৌগ। যেহেতু এটি পোলার সমযোজী যৌগ তাই 'Like dissolues like' -তত্ত্বানুসারে এটি পানিতে দ্রবণীয় ।

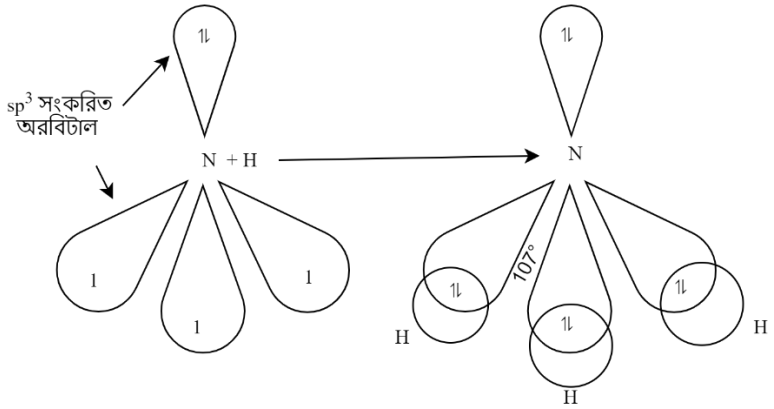
(গ)

উদ্দীপক অনুসারে, A হলো নাইট্রোজেন (N) এবং B হলো হাইড্রোজেন (H)। অর্থাৎ AB_3 অণুটি হলো অ্যামোনিয়া অণু (NH_3)। NH_3 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু N ।

নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস-



N-পরমাণুর sp^3 সংকরিত অরবিটালের তিনটির প্রত্যেকটিতে একটি করে অযুগ্ম ইলেকট্রন এবং একটিতে জোড় ইলেকট্রন অবস্থান করে। তিনটি sp^3 সংকরিত অরবিটালের সাথে H পরমাণুর s- অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন অধিক্রমণ করে NH_3 অণু গঠন করে।



চতুর্থ sp^3 সংকর অরবিটালের ইলেকট্রন দুটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন হিসেবে অবস্থান করে। এই দুটি মুক্ত ইলেকট্রনের বিকর্ষণ বলের প্রভাবে NH_3 অণুর আকৃতি ও বন্ধন কোণের মান আদর্শ sp^3 সংকর অণু থেকে বিচ্যুত হয়ে যায়। ফলে NH_3 অণুর আকৃতি ত্রিকোণাকার পিরামিডীয় এবং বন্ধন কোণের মান $109°28'$ *থেকে* $107°$ হয়।

(ঘ)

উদ্দীপকের অনুসারে, A ও B মৌলদ্বয় হলো নাইট্রোজেন (N) ও হাইড্রোজেন। অর্থাৎ, সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.4kJ/mol$$

উপরের বিক্রিয়াটি হতে আমরা দেখতে পাই, বিক্রিয়াটি— i. তাপোৎপাদী এবং ii. সম্মুখ বিক্রিয়ায় আয়তনের হ্রাস হয়েছে। অতএব, লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে বিক্রিয়াটির ওপর বিভিন্ন নিয়ামকের প্রভাব নিম্নরূপ—

১. তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী বিধায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে আসবে। অর্থাৎ, কিছু NH_3 ভেঙ্গে N_2 ও H_2 এ পরিণত হবে, ফলে উৎপাদন কমে যাবে। অপরদিকে, তাপমাত্রা হ্রাস করলে তাপমাত্রা হ্রাসের ফলাফল প্রশমিত করার জন্য সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে যাবে এবং NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে। অতএব দেখা যাচ্ছে যে, NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধির জন্য কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করতে হবে। কিন্তু, নিম্ন তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতিবেগ কম থাকে বলে উৎপাদনের হারও কমে যায়। শিল্প কারখানায় শুধু উৎপাদন বৃদ্ধিই বড় কথা নয় সাথে সাথে কাঙ্ক্ষিত উৎপাদন শতকে পৌঁছতে কত সময় প্রয়োজন তা হিসেব করাও জরুরি। সুতরাং, তাপমাত্রা বাড়ানো প্রয়োজন। যতই তাপমাত্রা বাড়ানো যায় বিক্রিয়ার গতি ততই বৃদ্ধি পায়। অপরদিকে, অ্যামোনিয়ার শতকরা উৎপাদন হ্রাস পায়। এ দুটি বিপরীত অবস্থার কারণে বিক্রিয়াটির জন্য এমন একটি তাপমাত্রা নির্বাচন করা হয় যেন বিক্রিয়ার গতিবেগ যথেষ্ট থাকে সেই সাথে অ্যামোনিয়ার উৎপাদনের পরিমাণও যথেষ্ট থাকে। এ তাপমাত্রাকে অত্যানুকূল তাপমাত্রা (Optimum temperature) বলা হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস সংশ্লেষণের অত্যানুকূল তাপমাত্রা হলো 450-550°C ।

২. চাপের প্রভাব: বিক্রিয়াটিতে 1 mol N_2 ও 3 mol H_2 গ্যাস হতে 2 mol NH_3 উৎপন্ন হয়েছে অর্থাৎ আয়তন কমে গেছে। লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগ করলে আয়তন হ্রাস পেয়ে প্রয়োগকৃত চাপকে প্রশমিত করবে। আর আয়তন হ্রাস করতে হলে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে সরে যায়। অর্থাৎ উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। তাই উচ্চ চাপে অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। অ্যামোনিয়া উৎপাদনের জন্য 200 atm চাপ প্রয়োগ করা হয়।

৩. ঘনমাত্রার প্রভাব: সাধারণত বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করে অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি করা যায়। বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করার উপায়সমূহ হলো- (i) বিক্রিয়ক যোগ করে (ii) উৎপাদ সরিয়ে নিয়ে। আমোনিয়া উৎপাদনের ক্ষেত্রে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া রোধ করতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সাথে সাথে তা বিক্রিয়াস্থল হতে সরিয়ে নেয়া হয়।

৪. প্রভাবকের ব্যবহার: বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধিতে এবং দ্রুত সাম্যাবস্থায় পৌঁছাতে প্রভাবক ব্যবহার করা হয়। সাম্যাবস্থার ওপর প্রভাবকের কোনো প্রভাব নেই। শুধুমাত্র বিক্রিয়ার বেগ বাড়িয়ে দ্রুত সাম্যাবস্থায় পৌঁছাতে প্রভাবক ব্যবহার করা হয়। অ্যামোনিয়া উৎপাদনের জন্য প্রভাবক হিসেবে Fe-চূর্ণ এবং প্রভাবক সহায়ক হিসেবে মলিবডেনাম অক্সাইড অথবা KOH ও Al_2O_3 মিশ্রণকে ব্যবহার করা হয়।

১৫। **[দি. বো. ২২]**

একটি বিক্রিয়া হলো: $X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g); \Delta H = +ve$; উক্ত বিক্রিয়া নিম্নরূপ দুটি অবস্থায় বিযোজিত হয়—

(i) 25°C তাপমাত্রায় ও 2.0 atm চাপে;

(ii) 80°C তাপমাত্রায়ও 6.0 atm চাপে।

(ক) নেসলার দ্রবণ কী?

(খ) $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত বিক্রিয়ার জন্য K_P ও K_C এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন করো ।

(ঘ) উদ্দীপকের (i) নং অবস্থা এবং (ii) নং অবস্থার মধ্যে কোন ক্ষেত্রে উৎপাদের পরিমাণ সর্বাধিক হবে? মূল্যায়ন করো।

উত্তর:

(ক)

ক্ষারীয় পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II) এর দ্রবণ ই- হলো নেসলার বিকারক (K_2HgI_4)।

(খ)

ফাযানের নীতি অনুসারে, আয়নিক যৌগে ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হবে, ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের বিকৃতি তত বেশি হবে। ফলে যৌগটি তত বেশি সমযোজী বৈশিষ্ট্য লাভ করবে। Mg^{2+} আয়ন অপেক্ষা Al^{3+} আয়নের আকার ছোট। এজন্য Al_2Cl_3 যৌগটি $MgCl_2$ অপেক্ষা অধিক বেশি পোলারায়িত হবে এবং অধিক সমযোজী বৈশিষ্ট্য লাভ করবে।

(গ)

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$$X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g); \Delta H = +ve$$

বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় মোলার সাম্যধ্রুবক,

$K_c = \frac{[XY_2]^2}{X_2Y_4} = \frac{(C_{XY_2})^2}{C_{X_2Y_4}}$ .....(i)

এবং সাম্যধ্রুবক আংশিক চাপে,

$K_p = \frac{(P_{XY_2})^2}{P_{X_2Y_4}}$ ..... (ii)

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$PV = nRT \; P = \frac{n}{V}RT = CRT \left[\because C = \frac{n}{V}\right]$

(ii) নং এ P এর মান বসাই,

$$K_p = \frac{(C_{XY_2}RT)^2}{C_{X_2Y_4}RT} = \frac{(C_{XY_2})^2 \times (RT)^2}{C_{X_2Y_4} \times (RT)} = \frac{(C_{XY_2})^2}{C_{X_2Y_4}} \times (RT)^{2-1} = K_c(RT)^1 [(i) \text{ নং হতে}] \therefore K_p = K_c(RT)$$

সুতরাং, $K_p = K_c(RT)$ রাশিটি হলো উদ্দীপকের বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_cএর মধ্যে সম্পর্ক।

(ঘ)

(i) নং অবস্থায় তাপমাত্রা 25°C (298 K) এবং চাপ 2 atm

ধরি, X_2Y_4, এর বিযোজনমাত্রা α_1

$$X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g)$$

প্রাথমিক মোলসংখ্যা: 1 0

সাম্যাবস্থায় মোলসংখ্যা : $1-\alpha_1$ $2\alpha_1$

$K_p' = \frac{4\alpha_1^2 P_1}{1-\alpha_1^2}$ [1 এর সাপেক্ষে α_1^2কে বর্জন করে।]

বা, $K_p' = 4\alpha_1^2 P_1$

বা, $K_p' = 4\alpha_1^2 \times 2$ বা, $K_p' = 8\alpha_1^2$ ..... (i)

যদি গ্যাস মিশ্রণের আয়তন = V_L হয় তবে,

$K_C = \frac{\left(\frac{2\alpha_1}{V}\right)^2}{\frac{1-\alpha_1}{V}}$ $\therefore = \frac{4\alpha_1^2}{V(1-\alpha_1)}$ আবার, $K_p' = K_C' R_1$

বা, $K_p' = \frac{4\alpha_1^2}{V(1-\alpha_1)} \times 298 \times R$ ..... (ii)

$$\therefore 8\alpha_1^2 = \frac{4\alpha_1^2}{V(1-\alpha_1)} \times 298 \times R \quad \text{বা, } 2 = \frac{298 \times R}{V(1-\alpha_1)} \ldots\ldots\ldots (iii)$$

(ii) নং অবস্থায় তাপমাত্রা 80°C (353 K) এবং চাপ 6.0 atm

ধরি, এক্ষেত্রে X_2Y_4 এর বিযোজনমাত্রা α_2

$$X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g)$$

প্রাথমিক মোলসংখ্যা: 1 0

সাম্যাবস্থায় মোলসংখ্যা : $1-\alpha_2$ $2\alpha_2$

$\therefore K_p'' = \frac{4\alpha_2^2 P_2}{r-\alpha_2^2}$ [1 এর সাপেক্ষে α_2^2 এর মান বর্জন করে।]

বা, $K_p'' = \frac{4\alpha_2^2 \times 6}{1}$

বা, $K_p'' = 24\alpha_2^2$ ..... (iv)

আবার,

$$K_p'' = K_C'' RT$$

বা, $K_p'' = \frac{4\alpha_2^2}{V(1-\alpha_2)} \times R \times 353$ ..... (v)

$$\therefore 24\alpha_2^2 = \frac{4\alpha_2^2}{V(1-\alpha_2)} \times R \times 353$$

বা, $6 = \frac{353 \times R}{V(1-\alpha_2)}$ ..... (vi)

(vi) ÷ (iii) থেকে পাই-

$$\frac{6}{2} = \frac{353 \times R}{V(1-\alpha_2)} \times \frac{V(1-\alpha_1)}{298 \times R}$$

বা, $3 = \frac{(1-\alpha_i)}{(1-x_1)} \times \frac{353}{208}$

বা, $3 = \frac{(1-\alpha_1)}{(1-\alpha_2)} \times 1.184$

$$\text{বা, } \frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2} = 2.53 \because \frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2} > 1$$

$$\therefore 1-\alpha_1 > 1-\alpha_2$$

$$\text{বা, } -\alpha_1 > -\alpha_2$$

$$\therefore \alpha_2 > \alpha_1$$

সুতরাং, (ii) নং অবস্থায় বিযোজনমাত্রা α_2 বেশি হওয়ায় উৎপাদ বেশি পাওয়া যাবে।

১৬। [কু. বো. ২২]

নিম্নের বিক্রিয়াটি 120°C তাপমাত্রা এবং 1.5 atm চাপে সাম্যাবস্থায় আছে।

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

এখানে A ও B ৩য় পর্যায়ের মৌল এবং সাম্যাবস্থায় AB_5 30% বিয়োজিত হয় ।

(ক) সমআয়ন প্রভাব কাকে বলে?

(খ) $AlCl_3$ ডাইমার গঠন করে- ব্যাখ্যা করো।

(গ) AB_5 এর সংকরায়ন ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি চাপ 0.148 atm হলে "বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পাবে"— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

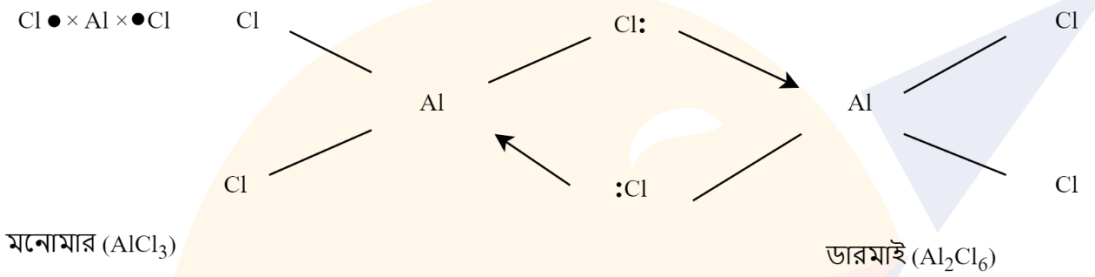
উত্তর:

(ক)

"দুইটি তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্যে একটি মৃদু বা দুর্বল হলে তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের উপস্থিতিতে দুর্বল, তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের বিয়োজন মাত্রা হ্রাস পায়" এটিই সম-আয়ন প্রভাব।

(খ)

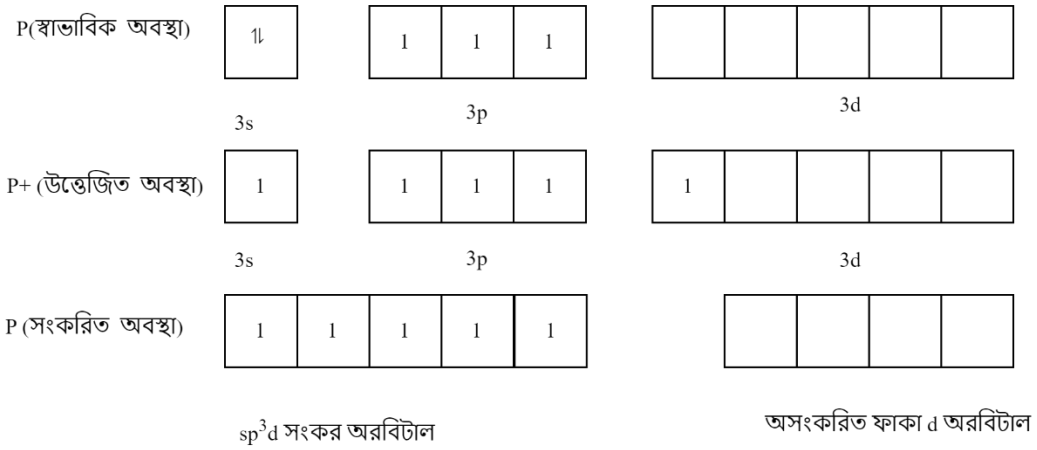
$AlCl_3$ নিম্ন তাপমাত্রায় ডাইমার হিসাবে অবস্থান করে। কারণ নিম্ন তাপমাত্রায় অধিক চার্জ ঘনত্বের কারণে Al^{3+} আয়ন দ্বারা Cl^- আয়নের বেশ পোলারায়ন ঘটে। তাই কঠিন অবস্থায় বিশুদ্ধ $AlCl_3$ এর উচ্চ ল্যাটিস এনথালপি থাকে না। এ অবস্থায় Al পরমাণুর চারদিকে Cl পরমাণু সমূহ বিন্যস্ত হয়ে Al এর অষ্টকপূর্ণ করে। তখন নিম্নরূপে Al পরমাণু ও Cl পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা ডাইমার অণু গঠন করে।

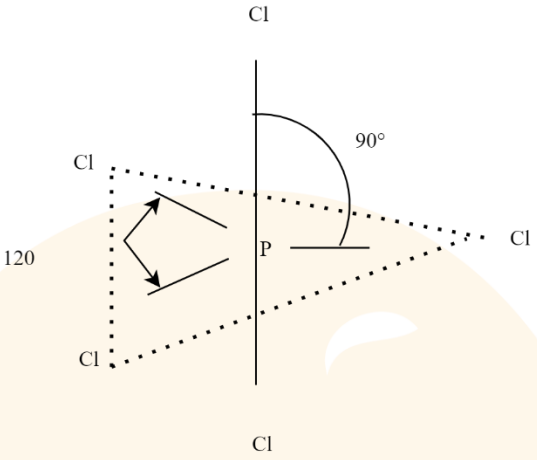


(গ)

উদ্দীপক অনুযায়ী AB_5 অণুটি হলো PCl_5 । নিম্নে এর সংকরায়ন বর্ণনা করা হলো-

কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের একটি s, 3টি p ও একটি d অরবিটালের সংমিশ্রণে সমতুল্য নতুন ১টি sp^3d সংকর অরবিটাল উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াকে sp^3d সংকরণ বলে। PCl_5 যৌগে p^3d সংকরণ ঘটে। স্বাভাবিক অবস্থায় ফসফরাস এর 3s উপস্তরে 2টি এবং 3p উপস্তরে 3টি ইলেকট্রন থাকে। উত্তেজিত অবস্থায় 3s শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন ফাঁকা 3d অরবিটালে উন্নীত হয়। এ পাঁচটি হাইব্রিড অরবিটাল 5টি Cl পরমাণুর 3p অরবিটালের সাথে 5টি সিগমা বন্ধন গঠন করে PCl_5 কে ত্রিকোণীয় দ্বি-পিরামিড আকৃতি প্রদান করে এবং বন্ধন কোণ 90° এবং 120° নিচে বিভিন্ন অবস্থায় ফসফরাসের বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো: এখানে অংশগ্রহণকারী অরবিটালসমূহ 3s, $3p_x$, $3P_y$, $3P_z$ এবং $3d_z^2$





PCl_5 অনুর আকৃতি

(ঘ)

বিক্রিয়াটি

প্রাথমিক অবস্থায় (মোল সংখ্যা): $AB_5 \rightleftharpoons AB_3 + B_2$

সাম্যবস্থায় (মোল সংখ্যা): $1 - \alpha$ α α

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

$= 1 + \alpha$

ধরি, মোট চাপ = P

AB_5 এর আংশিক চাপ, $P_{AB_5} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \cdot P$

AB_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AB_3} = \frac{\alpha}{1+\alpha} . P$

B_2 এর আংশিক চাপ, $P_{B_2} = \frac{\alpha}{1+\alpha} , P$

$$\therefore K_P = \frac{P_{AB_3} \times P_{B_2}}{P_{AB_5}} = \frac{\frac{1.\alpha P}{1+\alpha} - \frac{\alpha P}{1+\alpha}}{\frac{(1-\alpha)P}{1+\alpha}}$$

$$\therefore K_P = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$$

প্রশ্নমতে, a = 30% = 0.3

P = 1.5 atm

$$\therefore K_P = \frac{(0.3)^2 \times 1.5}{1-(0.3)^2} = 0.148$$

আবার, যখন P = 0.148

তখন, $K_P = \frac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$

বা, $0.148 = \frac{\alpha^2 \times 0.148}{1-\alpha^2}$

$$\text{বা, } \alpha^2 = 1-\alpha^2 \quad \text{বা, } \alpha^2+\alpha^2 = 1 \quad \text{বা, } 2\alpha^2 = 1 \quad \therefore \alpha = 0.707 = 70.7\%$$

অর্থাৎ, চাপ কমানো হলে বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পায়।

বিগত বছরে বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা প্রশ্নের উত্তর

– MCQ –

01. $2A + B \rightarrow C$ বিক্রিয়ায় C গঠনের হার $2.2 \times 10^{-3}\ molL^{-1}\ min^{-1}$ হলে $-\frac{d[A]}{dt}$ এর মান কত? [KUET' 18-19]

(a) 2.2×10^{-3} (b) 1.0×10^{-3} (c) 1.1×10^{-3} (d) 2.4×10^{-4}

(e) 4.4×10^{-3}

সমাধানঃ (e) | বিক্রিয়ার হার, $r = -\frac{d[A]}{2dt} = \frac{d[C]}{dt}$

A বিক্রিয়ক ক্রমাগত হ্রাস পায়। এক্ষেত্রে শুধু মান নেওয়ার জন্য '–' চিহ্ন দেওয়া হয়েছে।

$\frac{d[c]}{dt} = -\frac{d[A]}{2dt} = 2.2 \times 10^{-3} \Rightarrow \frac{d[A]}{dt} = 2.2 \times 10^{-3} \times 2 = 4.4 \times 10^{-3}$

02. $\frac{1}{2}A = 2B$ বিক্রিয়াটির জন্য "A" এর নিঃশেষিত হয়ে যাওয়ার হারের সাথে "B" বেড়ে যাওয়ার হারের সম্পর্কিত প্রকাশ হলো- [KUET'17-18]

(a) $-\frac{d[A]}{dt} = 4\frac{d[B]}{dt}$ (b) $-\frac{d[A]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[B]}{dt}$ (c) $-\frac{d[A]}{dt} = \frac{1}{4}\frac{d[B]}{dt}$ (d) $-\frac{d[A]}{dt} = \frac{d[B]}{dt}$

সমাধানঃ (c) | বিক্রিয়াটির হার, $r = -\frac{2d[A]}{dt} = \frac{d[B]}{2dt} \Rightarrow -\frac{d[A]}{dt} = \frac{d[B]}{4dt}$

A বিক্রিয়ক বলে এর ঘনমাত্রা পরিবর্তনের হার ঋণাত্মক। (ক্রমাগত হ্রাস পাচ্ছে) শুধু মান নেয়ার জন্য '–' চিহ্ন দেওয়া হয়েছে।

03. A এবং B দুটি বিক্রিয়কের প্রত্যেকটির প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা $0.20\ mol\ dm^{-3}$। বিক্রিয়াটির প্রারম্ভিক গতির হার $1.6 \times 10^{-4}\ mol\ dm^{-3}s^{-1}$. বিক্রিয়াটির গতির হার ধ্রুবক নির্ণয় কর। [KUET'15-16]

(a) $4.0 \times 10^{-3} dm^3 mol^{-1} s^{-1}$ (b) $8.0 \times 10^{-6} dm^3 mol^{-1} s^{-1}$

(c) $4.0 \times 10^{-3} dm^6 mol^{-2} s^{-1}$ (d) $8.0 \times 10^{-6} dm^6 mol^{-2} s^{-1}$

(e) $1.6 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} s^{-1}$

সমাধানঃ (a) | আমরা জানি, $\frac{dx}{dt} = k[A][B] \Rightarrow k = \frac{1.6\times10^{-3}}{0.2\times0.2} dm^3 mol^{-1} s^{-1} = 4.0 \times 10^{-3} dm^3 mol^{-1} s^{-1}$

04. $A \rightarrow x$ বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ার হার হলো- [RUET' 11 - 12]

(a) $\frac{dA}{dt}$ and $\frac{dx}{dt}$ (b) $\frac{dx}{dt}$ and $\frac{-dA}{dt}$ (c) $\frac{dA}{dt}$ and $\frac{-dx}{dt}$ (d) $\frac{dt}{dx}$ and $\frac{-dA}{dt}$

(e) None

সমাধানঃ (b) | বিক্রিয়ক ক্রমাগত হ্রাস পায় বলে এর পরিবর্তনের হয় ঋণাত্মক। শুধু মান নেওয়ার জন্য '–' চিহ্ন দেওয়া হয়েছে।

05. তাপমাত্রা 35°C থেকে 45°C এ উন্নীত করলে একটি হার ধ্রুবক দ্বিগুন হয়। বিক্রিয়াটির সক্রিয়ন শক্তির মান গণনা কর। [CKRUET 23-24]

(a) 65.54 kj mol^{-1} (b) 56.45 kj mol^{-1} (c) 156.55 kj mol^{-1} (d) 65.45kj mol^{-1}

(e) 165.54 kj mol^{-1}

সমাধানঃ (b) | $\ln\frac{K_2}{K_1} = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right) \Rightarrow \ln 2 = -\frac{E_a}{8.314}\left(\frac{1}{318}-\frac{1}{308}\right) \therefore E_a = 56443.42 \text{ j mol}^{-1}$

$= 56.443 \text{ kj mol}^{-1}$

06. 50°C তাপমাত্রায় একটি বিক্রিয়ার বেগ ধ্রুবক 30°C তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবকের তিনগুণ হলে বিক্রিয়াটির সক্রিয়ন শক্তি কত? [CKRUET 22-23]

(a) 435.92 $\frac{kj}{mol}$ (b) 0.69 kj/mol (c) − 0.69 kj/mol (d) 44.7 kj/mol (e) 102.94 kj/mol

সমাধানঃ (d) | $\ln\frac{K_2}{K_1} = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right) \Rightarrow \ln 3 = -\frac{E_a}{8.314}\left(\frac{1}{323}-\frac{1}{303}\right) \therefore E_a = 44696.09 \text{ j/mol}$

$= 44.696 \text{ kj/mol}$

07. 500 K তাপমাত্রায় 20 litre পাত্রে এবং 1.57 মোল N_2, 1.92 মোল H_2 এবং 8.13 মোল NH_3 গ্যাস মিশ্রিত করা হলো। ঐ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার K_c এর মান 1.7×10^2 হলে মিশ্রিত গ্যাসের বিক্রিয়া কোন দিকে যাবে? [CKRUET 22-23]

(a) মিশ্রণের সাম্যাবস্থা অপরিবর্তিত হবে। (b) সাম্যাবস্থা সম্মুখ-মুখী হবে।

(c) সাম্যাবস্থা পশ্চাৎমুখী হবে। (d) কোনো বিক্রিয়া হবে না।

(e) বিক্রিয়াটি একমুখী হবে।

সমাধানঃ (c) | $\underset{1.57}{N_2} + \underset{1.92}{3H_2} \rightleftharpoons \underset{8.13}{2NH_3}$

এখানে, $Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{\left(\frac{8.13}{20}\right)^2}{\left(\frac{1.92}{20}\right)^3 \times \frac{1.57}{20}} = 2379.24 > K_C$

অর্থাৎ, বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা পশ্চাৎমুখী হবে।

08. একটি উভমুখী রাসায়নিক বিক্রিয়ার $\Delta n = ½$। কত কেলভিন তাপমাত্রায় k_p ও k_c এর মান যথাক্রমে 40.5 এবং 5.5 হবে? $R = 0.082 \text{ Latm.mol}^{-1}\text{k}^{-1}$ [CUET'11-12, CUET'13-14, CKRUET'20-21, CKRUET' 21-22]

(a) 273.16 (b) 546.32 (c) 661.26 (d) 760.00 (e) 432.28

সমাধানঃ (c) | $\frac{K_P}{K_c} = (RT)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{40.5}{5.5} = (0.082 \times T)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T = 661.26K$

09. At 727°C the equilibrium constant for the reaction $2SO_2(g) + O_2(g) = 2SO_3(g)$ is $k_p = 3.50\ atm^{-1}$. If the total pressure in the reaction flask is 1.00 atm, and the partial pressure of O_2 at equilibrium is 0.10 atm, calculate the partial pressure of SO_2. [IUT'20-21]

(a) 0.57 atm (b) 0.33 atm (c) 0.43 atm (d) 0.10 atm

সমাধানঃ (a) | $K_p = \frac{P^2_{SO_3}}{P^2_{SO_2} \times P_{O_2}} \Rightarrow 3.5 = \left(\frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2}}\right)^2 \times \frac{1}{0.1} \Rightarrow \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2}} = 0.5916$; given, $P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2} = 1$

$\Rightarrow 0.5916\, P_{SO_2} + P_{SO_2} + 0.1 = 1 \Rightarrow P_{SO_2} = 0.565 \text{ atm} \approx 0.57 \text{ atm}$

10. For the reaction $N_2\,(g) + 3H_2\,(g) \rightleftarrows 2NH_3\,(g), K_p$ is 4.3×10^{-4} at 375°C, calculate K_c [IUT'19-20]

(a) 0.023 $mol^{-1}\, dm^3$ (b) 0.408 $mol^{-1}\, dm^3$ (c) 0. $mol^{-1}\, dm^3$ (d) 1.217 $mol^{-2}\, dm^6$

সমাধানঃ (d) | $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{K_p}{(RT)^{-2}} = \frac{4.3\times10^{-4}}{(0.0821\times648)^{-2}}$

$= 1.217 mol^{-2}L^2 = 1.217 mol^{-2}dm^6$

11. 700K তাপমাত্রায় $N_2\,(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO\,(g)$ বিক্রিয়ার সাম্যাঙ্ক K_c এর মান 0.0625। 700K তাপমাত্রায় $NO(g) \rightleftarrows \frac{1}{2}N_2\,(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ বিক্রিয়ার K_c এর মান কত হবে? [KUET'18-19]

(a) 0.03125 (b) 0.25 (c) 3.9×10^{-3} (d) 0.375 (e) 4

সমাধানঃ (e) | $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_{(g)}; K_C \Rightarrow 2NO_{(g)} \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g); \frac{1}{k_c} \Rightarrow NO_{(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g); \left(\frac{1}{k_c}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{0.0625}\right)^{\frac{1}{2}} = 4$

12. At a temperature of 30°C and 1.5 atmospheric pressure, di-nitrogen tetraoxide (N_2O_4) was dissociated to 20% nitrogen dioxide. The value of K_p for the process is- [IUT'18-19]

(a) 0.20 atm (b) 0.25 atm (c) 0.30 atm (d) 0.32 atm

সমাধানঃ (b) | $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ $K_p = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2} \times p = \frac{4\times(0.2)^2}{1-(0.2)^2} \times 1.5 = 0.25$ atm

13. দুটি সাম্যবিক্রিয়া $AB \rightleftarrows A^+ + B^-$ এবং $AB + B^- = AB_2^-$ একই সাথে দ্রবণে সাম্যাবস্থা তৈরি করে যেখানে বিক্রিয়া দুটির সাম্যাবস্থা ধ্রুবক যথাক্রমে K_1 এবং K_2। দ্রবণে $[A^+]$ ও $[AB_2^-]$ অনুপাত হবে- [KUET'16-17]

(a) $[B^-]$ এর সমানুপাতিক (b) $[B^-]$ এর ব্যাস্তানুপাতিক (c) $[B^-]$ এর বর্গের সমানুপাতিক

(d) $[B^-]$ এর বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক (e) $[B^-]$ এর উপর নির্ভরশীল নয়

সমাধানঃ (d) | $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-; K_1 = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$ $AB + B^- \rightleftharpoons AB_2^-; K_2 = \frac{[AB_2^-]}{[AB][B^-]}$

$\therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[A^+][B^-]^2}{[AB_2^-]} \Rightarrow \frac{[A^+]}{[AB_2^-]} = \frac{k_1}{k_2} \times \frac{1}{[B^-]^2}$

14. $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}; K_1$ এবং $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}\, K_2$ তবে সাম্যধ্রুবক K_1 এবং K_2 এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [BUTEX'16-17]

(a) $2K_1 = K_2$ **(b)** $K_1^2 = \frac{1}{K_2}$ **(c)** $K_2^2 = \frac{1}{K_1}$ **(d)** $K_2 = \frac{2}{K_1}$

সমাধানঃ (b) | $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}; K_1 SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}; \frac{1}{k_1}$ $2\,SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)}; \frac{1}{k_1^2}$

$\therefore K_2 = \frac{1}{k_1^2}$

15. If 4.25 mol H_2 and 4.75 mol I_2 is kept at a 1 L flask and heated to 300 K then 6.7 mol HI is produced. Find equilibrium constant K_c and K_p [IUT' 16-17]

(a) 3.563, 3.563 (b) 35.63, 35.63 (c) 35.63, 35.63 (d) 3.563, 87.65

সমাধানঃ (b) | H_2 + I_2 $\rightleftarrows$ 2 HI initially: 4.25 4.75–at equilibrium: 4.25 – x 4.75 – x 2x

according to the question, $2x = 6.7 \Rightarrow x = 3.35$ $\therefore K_c = \frac{\left(\frac{6.7}{1}\right)^2}{\left(\frac{4.25-3.35}{1}\right)\left(\frac{4.75-3.35}{1}\right)} = 35.63$

Now, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^0$

$\therefore K_p = K_c = 35.63$

16. 25°C তাপমাত্রায় 1.0 atm চাপে N_2O_4, 18.5% বিয়োজিত হয়। উক্ত বিয়োজনের জন্য K_c এর মান নির্ণয় কর। [KUET 15-16]

(a) 0.142 (b) 2.39×10^{-4} (c) 5.73×10^{-5} (d) 5.76×10^{-3}
(e) 0.0692

সমাধানঃ (d) | $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$
$t = 0$ 100 0
$t = eq$ $100-18.5$ $2 \times 18.5 = 37$
$=81.5$

Total mole $= 81.5 + 37$

$P_{N_2O_4} = \frac{81.5}{(81.5+37)} \times 1 = atm$ $P_{NO_2} = \frac{37}{(81.5+37)} \times 1 = atm$

$\therefore K_p = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{\left(\frac{37}{118.5}\right)^2}{\left(\frac{81.5}{118.5}\right)} = 0.14175\ atm$ $K_p = K_c(RT)^1$

$\therefore K_c = \frac{0.14175}{0.0821 \times 298} M = 5.79 \times 10^{-3} M$

17. 25°C তাপমাত্রা ও 2.5 atm চাপে PCl_5 65% বিয়োজিত হয়ে PCl_3 এবং Cl_2 উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ার K_c এর মান কত? [CUET' 15-16]

(a) $7.475 \times 10^{-2} molL^{-1}$ (b) $6.239 \times 10^{-3} molL^{-1}$
(c) $8.101 \times 10^{-2} molL^{-1}$ (d) $7.263 \times 10^{-2} molL^{-1}$

সমাধানঃ (a) | $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
$t = 0$ 100 - -
$t = eq$ $100-65$ 65 65
$= 35$ mol

$P_{PCl_5} = \frac{35}{165} \times 2.5$ atm; $P_{PCl_3} = \frac{65}{165} \times 2.5$ atm; $P_{Cl_2} = \frac{65}{165} \times 2.5$ atm ; $k_p = \frac{\left(\frac{65}{165} \times 2.5\right)^2}{\frac{35}{165} \times 2.5} = 1.829$ atm

$k_c = \frac{k_p}{RT} = \frac{1.829}{0.0821 \times 298} M = 7.475 \times 10^{-2}$ m

18. কোন একটি উভমুখী বিক্রিয়ায় $\Delta n = \frac{1}{2}$ হলে কত ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় K_p এর মান K_c এর মানের আটগুণ হবে? [দেওয়া আছে, $R = 0.082\ L\ atm.mol^{-1}k^{-1}$] [CUET'15-16]

(a) 506.54°C (b) 34.45°C (c) 97.45°C (d) 779.54°C

সমাধানঃ (a) | $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow 8K_c = K_c(RT)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow RT = 64 \Rightarrow T = \frac{64}{0.0821} K = 779.54K = 506.54°C$

19. 33°C তাপমাত্রা ও 2.55atm চাপে 16.50% PCl_5 বিয়োজিত হয়। উক্ত তাপমাত্রায় K_p এর মান কত? [KUET'14-15]

(a) 7.13×10^{-2} atm (b) 7.48×10^{-2} atm (c) 3.74×10^{-2}atm (d) 7.13×10^{-3}atm
(e) 3.56×10^{-2}atm

সমাধানঃ (a) | $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
$k_p = \frac{\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{(0.165)^2 \times 2.55}{1-(0.165)^2}$ atm $= 7.13 \times 10^{-2}$ atm

20. 30°C তাপমাত্রায় ও 1.5 atm চাপে 15.6% PCl_5 বিয়োজিত হয়। উক্ত তাপমাত্রায় K_p এর মান কত? [RUET'14-15]

(a) 0.374 atm (b) 1.374 atm (c) 0.0374 atm (d) 2.357 atm (e) None

সমাধানঃ (c) | $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

$k_p = \frac{\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{(0.156)^2 \times 1.5}{1-(0.156)^2}$ atm $= 0.0374$ atm

21. $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$, at 250°C in this reaction mixture, partial pressure of N_2O_4 and NO_2 are 0.69 and 0.31 atm. respectively, then what is the value of K_p? [IUT' 14-15]

(a) 0.156 atm (b) 0.139 atm (c) 0.145.atm (d) 0.126 atm

সমাধানঃ (b) | $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

$t = eq$ 0.69 atm 0.31 atm

$K_p = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{0.31^2}{0.69} = 0.139$atm

22. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$; in equilibrium of this reaction, H_2, I_2 and HI concentration are 8, 3 and 28 mol/L; then K_c of this reaction will be- [IUT' 14-15]

(a) 36 (b) 32.67 (c) 33.5 (d) 34.3

সমাধানঃ (b) | $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

$t = eq$ 8 3 28

$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{28^2}{8\times3} = 32.67$

23. 1.5atm চাপে এবং 30°C তাপমাত্রায় PCl_5 এর 15.6% বিয়োজিত হল । PCl_5 বিয়োজনে K_p এর মান – [BUET' 13-14]

(a) 3.74×10^{-2} atm (b) 1.2×10^{-2} atm (c) 3.0×10^{-2} atm (d) 3.74atm

সমাধানঃ (a) | $K_P = \frac{a^2}{1-a^2} \times P = 3.7415 \times 10^{-2}$atm

24. নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার জন্য 25°C তাপমাত্রায় K_p এর মান 1.9×10^3 atm^{-1} একই তাপমাত্রায় K_c এর মান বাহির কর।$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2NOCl(g)$ [RUET'13-14]

(a) 4.6×10^4 (b) 3.2×10^{-3} (c) 5.9×10^3 (d) 10.2×10^3 (e) None

সমাধানঃ (a) | $K_P = K_C(RT)^{\Delta n}; \Rightarrow K_C = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{1.9\times10^3}{(0.0821\times298)^{-1}} = 4.6 \times 10^4$

25. $PCl_5\ (g) = PCl_5\ (g) + Cl_2\ (g)$ বিক্রিয়াটির 25°C তাপমাত্রায় K_p এর মান 1.78atm, একই তাপমাত্রায় K_c এর মান কত? [BUTEX'13-14]

(a) $72.75 \times 10^{-3} molL^{-1}$ (b) $82.75 \times 10^{-3} molL^{-1}$ (c) $72.75 \times 10^{-4} molL^{-1}$ (d) $82.75 \times 10^3 molL^{-1}$

সমাধানঃ (a) | $K_p = K_c\,(RT)^1 \Rightarrow K_c = \frac{1.78}{0.0821 \times 298} = 72.75 \times 10^{-3}$ M

26. 398K তাপমাত্রায় এবং 250 kPa চাপে N_2O_4 18.5% বিয়োজিত হয়। সাম্যাবস্থা ধ্রুবক, K_p এর মান কোনটি? [KUET 12-13]

(a) 5.9521 (b) 59.5212 (c) 35.4278 (d) 0.4539 (e) 2.2031

সমাধানঃ (a) | $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} K_p = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{4\times(0.185)^2}{1-(0.185)^2} \times 250 = 35.43786$ kPa

27. K_p এবং K_c যা দ্বারা প্রভাবিত হয়- [BUET'11-12]

(a) তাপমাত্রা (b) চাপ (c) ঘনমাত্রা (d) All of these

সমাধানঃ (a) | সাম্যধ্রুবক শুধুমাত্র তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।

$\ln K_p = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}$ (ভ্যান্ট হফ সমীকরণ)

28. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে নিচের সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটির জন্য কোন উক্তিটি যথাযথ? $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ [BUET'11-12]

(a) K_p এর মান অপরিবর্তিত থাকবে (b) K_p এর মান বৃদ্ধি পাবে

(c) K_p এর মান হ্রাস পাবে (d) K_p এবং K_c এর মান সমান হবে

সমাধানঃ (c) | $\ln K_p = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}$ (ভ্যান্ট হফ সমীকরণ) বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। তাই তাপমাত্রা বাড়ালে K_p এর মান হ্রাস পায়।

29. 400°C তাপমাত্রাতে নিম্নের বিক্রিয়ার K_p এর মান যদি 0.0128 atm হয়, তাহলে K_c এর মান কত হবে? $\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$ [KUET' 11-12]

(a) $0.40 molL^{-1}$ (b) $0.42 molL^{-1}$ (c) $2.31 \times 10^{-4} molL^{-1}$
(d) $3.98 \times 10^{-4} molL^{-1}$ (e) $0.70 moll^{-1}$

সমাধানঃ (e) | $K_p = K_c(RT)^{1-\frac{1}{2}-\frac{3}{2}} \therefore K_c = K_p(RT)^{-1} = 0.70 Lmol^{-1}$

30. 700 K তাপমাত্রায় ও 20 atm চাপে $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3$ (g) বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় 21% N_2 ও 16% NH_3 থাকে। বিক্রিয়াটির K_p এর মান কত? [CUET'11-12]

(a) $1.097 \times 10^{-2} atm$ (b) $4.6 \times 10^{-2} atm$ (c) $1.2 \times 10^{-3} atm$ (d) None of these

সমাধানঃ (c) | সাম্যাবস্থায়, $H_2 = 100\% - (21 + 16)\% = 63\%$ $\therefore P_{N_2} = 0.21 \times 20 = 4.2$ atm; $P_{H_2} = 0.63 \times 20 = 12.6$ atm; $P_{NH_3} = 0.16 \times 20 = 3.2$ atm

Now, $K_P = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3} \Rightarrow K_P = \frac{(3.2)^2}{4.2 \times (12.6)^3}$

$\therefore K_P \doteq 1.2 \times 10^{-3} atm^{-2}$

31. 50°C তাপমাত্রায় N_2O_4 বিয়োজনের K_p এর মান 3.11 atm । সাম্যমিশ্রণে NO_2 এর আংশিক চাপ 0.45 atm হলে N_2O_4 এর আংশিক চাপ কত? [CUET'11-12]

(a) 0.06 atm (b) 0.07 atm (c) 0.065atm (d) none of these

সমাধানঃ (c) | $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ বিক্রিয়ার জন্য,

এখানে, $K_P = 3.11$ atm

$P_{NO_2} = 0.45$ atm $K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{H_2O_4}} \Rightarrow P_{N_2O_4} = \frac{P_{NO_2}^2}{K_P} \Rightarrow P_{N_2O_4} = \frac{(0.45)^2}{3.11} = 0.065 atm$

32. The relation between K_p and K_c for the reaction $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ is- [IUT' 11-12]

(a) $K_p = K_c(RT)^2$ (b) $K_p = K_c(RT)^{-2}$ (c) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (d) $K_p = K_c(RT)$

সমাধানঃ (b) | $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^{-2}$

33. 300K তাপমাত্রায় $NH_4Cl(s)$ বিয়োজনের K_p , K_cএর অনুপাত কোনটি? [KUET' 10-11]

(a) $600.64 atm^2L^2mol^{-2}$ (b) $612.64 atm^2L^2mol^{-2}$ (c) $606.64 atm^2L^2mol^{-2}$
(d) $618.64 atm^2L^2mol^{-2}$ (e) $624.64 atm^2L^2mol^{-2}$

সমাধানঃ (b) | $NH_4Cl_{(s)} \rightleftarrows NH_{4(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$ $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$; $\Delta n = 2 - 0 = 2$

$\therefore \frac{K_P}{K_c} = (RT)^{\Delta n} = (0.0821 \times 300)^2 = 606.64 atm^2L^2mol^{-2}$

34. 400°C তাপমাত্রায় $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক K_c এর মান 0.5 হলে K_p এর মান কত? $(R = 0.0821\ Latm\ K^{-1}mol^{-1})$ [CUET'10-11]

(a) 0.00016 atm^{-2} (b) 0.00906 atm^{-2} (c) 27.59 atm^{-2} (d) None of these

সমাধানঃ (c) | $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 0.5 \times (0.0821 \times 673)^{-2} = 0.000164 atm$

35. 1 mole of each C_2H_5OH and CH_3CO_2H are allowed to react in 1 litre of solvent (dioxane), equilibrium is established when one-third of a mole of each of the reactants remains. What is the equilibrium constant K of the reaction at this state? [IUT'10-11]

(a) 0.25 (b) 2 (c) 1 (d) 4

সমাধানঃ (c) |

	$C_2H_5OH_{(l)}$	$+ CH_3COOH_{(l)}$	$\rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(l)}$	$+ H_2O_{(l)}$
t = 0	1	1	–	–
t = eq	$1 - x$	$1 - x$	x	x

according to question $1-x=\frac{1}{3}\Rightarrow x=\frac{2}{3}$

$K=\frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[C_2H_5OH][CH_3COOH]}=\frac{\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}\times\frac{1}{3}}=4$

36. In the synthesis of ammonia using Haber-Bosch process, an increase in pressure should- [IUT'18-19]

(a) Increase the production of ammonia (b) Decrease the production of ammonia
(c) Have no effect on the production of ammonia (d) None of the above

সমাধানঃ (a) | $N_2+3H_2=2NH_3$;
For an increase in pressure, equilibrium shifts towards the side containing lesser number of moles.
Here $n_{reactant} > n_{product}$ (gaseous)
That's why the equilibrium will shift towards the forward direction resulting increase in the production of ammonia.

37. কোনটি রাসায়নিক সাম্যাবস্থার নিয়ামক নয়? [BUET'12-13]

(a) প্রভাবক (b) তাপমাত্রা (c) ঘনমাত্রা d) চাপ

সমাধানঃ (a) | প্রভাবক। কারণ সাম্যাবস্থার উপর প্রভাবকের ভূমিকা নেই।

38. একটি উদ্বায়ী তরলকে আবদ্ধ পাত্রে রাখা হলে যে তাপমাত্রায় বাষ্প এবং তরলের মধ্যে সাম্যাবস্থা অর্জিত হয় তা হল- [RUET'12-13]

(a) কক্ষ তাপমাত্রা (b) স্ফুটনাঙ্ক তাপমাত্রা (c) হিমাংক তাপমাত্রা (d) যে কোন তাপমাত্রা

সমাধানঃ (d) |

39. নিচের কোনটি আয়নিক এবং সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থার উদাহরণ? [BUET'11-12]

(a) $NH_4Cl(s)\rightleftharpoons NH_3(g)+HCl(g)$ **(b)** $NH_4Cl(aq)\rightleftharpoons NH_4^+(aq)+Cl^-(aq)$
(c) $C_{12}H_{22}O_{11}(s)\rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11}(aq)$ **(d)** $CaCO_3(s)\rightleftharpoons Ca^{2+}(g)+CO_3^{2-}(g)$

সমাধানঃ (b) | $NH_4Cl(aq)\rightleftharpoons NH_4^+(aq)+Cl^-(aq)$
সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহ একই ভৌত অবস্থায় বিরাজ করে।

– WRITTEN –

01. 25°C তাপমাত্রায় NO, NO_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে N_2O_3 উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় NO ও N_2O_3 এর মোল সংখ্যা যথাক্রমে 0.605 এবং 0.390 । আংশিক চাপের সাপেক্ষে বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক কত? [BUTEX 23-24]

সমাধানঃ $NO + NO_2 \rightleftharpoons N_2O_3$

t=0	c	c	-
t=eq	$c-x$	$c-x$	x

প্রশ্নমতে, $x=0.390$
আবার, $c-x=0.605 \Rightarrow c=0.995$
∴ মোট মোল সংখ্যা $=1.6$

$K_P=\frac{P_{N_2O_3}}{P_{NO}\times P_{NO_2}}=\frac{\frac{0.390}{1.6}\times P}{\frac{0.605}{1.6}\times P\times\frac{0.605}{1.6}\times P}=\frac{1.7048}{p}$

02. $2A\rightleftharpoons Y+2Z$ সমীকরণ অনুযায়ী একটি বিক্রিয়া সংগঠিত হয়। 5 dm^3 আয়তনের একটি পাত্রে 4 mol বিশুদ্ধ A নিয়ে বিক্রিয়া শুরু করলে সাম্যাবস্থায় 1 mol A অবশিষ্ট থাকে। বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক কত? [BUTEX 22-23]

সমাধানঃ $2A \rightleftharpoons Y + 2Z$

4	-	-
$4-2x$	x	2x

প্রশ্নমতে, $4-2x=1$

$\Rightarrow 2x=3$

$\therefore x=1.5\text{mol}$

$\therefore k_c=\frac{[Z]^2[Y]}{[A]^2}=\frac{\left(\frac{1.5}{5}\right)\times\left(\frac{3}{5}\right)^2}{\left(\frac{1}{5}\right)^2}=2.7$

03. নিচের উপাত্ত থেকে সাম্যাবস্থায় N_2 ও H_2 এর ঘনমাত্রা ও বিক্রিয়াটির সাম্যাঙ্ক K_c নির্ণয় কর।

$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $[N_2]$ $[H_2]$ $[NH_3]$ Initial: 0.2 0.2_Equilibrium: __0.0450

[BUET 21-22]

সমাধানঃ $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3$

Initial: 0.2 0.2 _

Equilibrium: 0.2-x 0.2-3x 2x

প্রশ্নমতে, $2x=0.0450$

$\therefore x=0.0225\text{M}$

$\therefore k_c=\frac{[NH_3]^2}{[N_2]\ [H_2]^3}=\frac{(0.0450)^2}{(0.2-0.0225)(0.2-3\times0.0225)^3}=4.904$

04. $A_2\ (g)+B_2\ (g)\rightleftarrows 2AB\ (g)$ বিক্রিয়াটি 2L আয়তনের পাত্রে সম্পন্ন করা হয়। বিক্রিয়ার শুরুতে A_2 এর মোলসংখ্যা 3. B_2 এর মোলসংখ্যা 2 এবং সাম্যাবস্থায় উৎপাদের মোলসংখ্যা 3.12; K_p and K_c এর মান নির্ণয় কর।

[BUTEX'21-22]

সমাধানঃ $A_2\ (g)+B_2\ (g)\rightleftarrows 2AB\ (g)$

$t=0$ 2 2 0

$t=eq$ $2-x$ $2-x$ 2x

শর্তমতে, $2x=3.12\Rightarrow x=1.56\ mol$

$\therefore [A_2]=\frac{2-1.56}{2}=0.22\text{M};[B_2]=\frac{2-1.56}{2}=0.22\text{M};[AB]=\frac{3.12}{2}=1.56\text{M}$

$\therefore K_c=\frac{[AB]^2}{[A_2]\times[B_2]}=\frac{1.56^2}{0.22\times0.22}=50.34$

$\therefore \Delta n=0;K_p=K_c=50.28$

05. 30°C তাপমাত্রা এবং 1 atm চাপে A_2B_4 এর 20% বিয়োজিত হয়; চাপ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে বিক্রিয়ার দিক কোন দিকে হবে তা গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। [BUTEX'21-22]

সমাধানঃ $A_2B_4\rightleftarrows 2AB_2$

$t=0$ 1 - $t=eq$ $2-\alpha$ 2α

$\alpha=\frac{x}{c}\Rightarrow\alpha=\frac{x}{1}$

$\therefore \alpha=x$

$\therefore \text{total mole}=1-\alpha+2\alpha=1+\alpha$

$K_p=\frac{\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha}\right)^2\times p^2}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right)\times p}=\frac{4\alpha^2p}{1-\alpha^2}$

এক্ষেত্রে $\alpha=0.2;p=1\text{atm}$

$\therefore k_p=\frac{4\times(0.2)^2\times1}{1-0.2^2}=\frac{1}{6}\ \text{atm}$

চাপ দ্বিগুণ করা হলে, $\frac{1}{6} = \frac{4\times\alpha^2\times2}{1-\alpha^2} \Rightarrow 1-\alpha^2 = 48\alpha^2 \Rightarrow 49\alpha^2 = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{7} = 14.287\%(< 20\%)$

∴ বিক্রিয়া পশ্চাৎদিকে অগ্রসর হবে।

06. একটি ফার্নেসে 35% CO_2 - 65% CO গ্যাস মিশ্রণ ব্যবহার করে 700°C এ স্টীলকে তাপ দিলে এর উপর মরিচা পড়বে কিনা তা নির্ণয় কর। [দেওয়া আছে: $Fe(s) + CO_2(g) = Fe(s) + CO(g)$; K = 1.43] [BUET' 20-21]

সমাধানঃ $Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + CO_{(g)}$

35% 65%

$P_{CO_2} = 0.35 \times P$

$P_{CO} = 0.65 \times P$

$\therefore Q_P = \frac{P_{CO}}{P_{CO_2}} = \frac{0.65}{0.35} = 1.86(> K)$

∴ বিক্রিয়া পশ্চাৎদিকে যাবে, ফলে মরিচা পড়বে না

07. $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftarrows 2AB_3(g)$ উপরের বিক্রিয়াটি 5L আয়তনের পাত্রে সম্পন্ন করে, 450°C তাপমাত্রায় সৃষ্ট সাম্যাবস্থায় 8.5g AB_3 পাওয়া গেলো। K_p নির্ণয় কর, যেখানে A ও B মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 7 ও 1। [BUTEX' 20-21]

সমাধানঃ এখানে, A ও B মৌলদ্বয় যথাক্রমে N ও H

প্রদত্ত বিক্রিয়াটি $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

t = 0	1	3	0
t = eq	1-x	3 - 3x	2x

শর্তমতে,

$2x = \frac{8.5}{14+3} = \frac{0.5}{17} \Rightarrow x = 0.25$ এবং আয়তন, V = 5L

$\therefore K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^2} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-x}{V}\right)\times\left(\frac{3-3x}{V}\right)^3} = \frac{4\times0.25^2\times5^2}{27\times(1-0.25)^4} = 0.7316(molL^{-1})^{-2} = 0.7316L^2mol^{-2}$

এখানে, T = 450°C = 723K

$\therefore K_P = K_C(RT)^{-2} = 0.7316 \times (0.0821 \times 723)^{-2} = 2.076 \times 10^{-4}atm^{-2}$

∴ নির্ণেয় $K_P = 2.076 \times 10^{-4}atm^{-2}$

08. 1 L আয়তনের একটি পাত্রে যখন 0.1mol PCl_5 কে উত্তপ্ত করা হয়, সাম্যমিশ্রণের মোট চাপ হয় $4.38 \times 10^5 Nm^{-2}$ তাপমাত্রা T = 450K এ সাম্যধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় কর। [BUET'19-20]

সমাধানঃ

$PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2$

t = 0	0.1	0	0
t = eq	0.1-x	x	x

মোট মোল =0.1 − x + x + x = (0.1+ x) আমরা জানি, $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{4.38\times10^5\times1\times10^{-3}}{8.314\times450} = 0.11707mol$

শর্তমতে, $0.1 + x = 0.11707 \Rightarrow x = 0.01707$

$P_{PCl_5} = \frac{0.08293}{0.11707} \times 4.38 \times 10^5\ Nm^{-2}$

$P_{PCl_3} = \frac{0.01707}{0.11707} \times 4.38 \times 10^5\ Nm^{-2}$

$P_{Cl_2} = \frac{0.01707}{0.11707} \times 4.38 \times 10^5\ Nm^{-2}$

$K_P = \frac{P_{PCl_3}\times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} = 13145.70\ Nm^{-2} = 0.129738\ atm$

09. $A_2 + B_2 = 2AB$ বিক্রিয়ায় সাম্য ধ্রুবক K_p হলে $AB = \frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2$ বিক্রিয়ার সাম্য ধ্রুবক কত?

[KUET'19-20]

সমাধানঃ $A_2 + B_2 = 2AB$ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক $K_p = \frac{[AB]^2}{[A_2]\times[B_2]}$

$AB = \frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2$; বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_p' = \frac{[A_2]^{\frac{1}{2}}\times[B_2]^{\frac{1}{2}}}{[AB]} = \left(\frac{[A_2]\times[B_2]}{[AB]^2}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{K_p}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{K_p}}$ (Ans.)

10. $PCl_3 + Cl_2 = PCl_5$ বিক্রিয়াটির জন্য 230°C তাপমাত্রায় K_cএর মান 49। যদি PCl_3ও Cl_2 এর প্রত্যেকটির 0.5 mol করে নিয়ে 5 L আয়তনের একটি পাত্রে বিক্রিয়া ঘটানো হয়, তবে ঐ তাপমাত্রায় সাম্যমিশ্রণের উপস্থিত উপাদানগুলির মোল সংখ্যা নির্ণয় কর। [RUET'19-20]

সমাধানঃ $PCl_3 + Cl_2 = PCl_5$

$t = 0$	$\frac{1}{2}$mol	$\frac{1}{2}$mol	–
$t = eq$	$\frac{1}{2} - x$	$\frac{1}{2} - x$	x

$k_c = \frac{\frac{x}{5}}{\left(\frac{\frac{1}{2}-x}{5}\right)\left(\frac{\frac{1}{2}-x}{5}\right)} \Rightarrow \frac{49}{5} = \frac{x}{\frac{1}{4}+x^2-x} \Rightarrow \frac{49}{4} + 49x^2 - 49x = 5x \Rightarrow 49x^2 - 54x + \frac{49}{4} = 0$

$\Rightarrow x = 0.78$ (গ্রহণযোগ্য নয়), 0.32

$\therefore n_{PCl_3} = \frac{1}{2} - 0.32 = 0.18$ mol; $n_{Cl_2} = \frac{1}{2} - 0.32 = 0.18$ mol; $n_{PCl_5} = 0.32$ mol

11. 25°C তাপমাত্রায় এবং 20.0 atm চাপে নিচের বিক্রিয়াটিতে সাম্যাবস্থায় মোট মোলের 16% NH_3 থাকে। উক্ত অবস্থায় এ বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর। $\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftarrows NH_3$ [BUTEX'19-20]

সমাধানঃ $\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftarrows NH_3$

$t = 0$	1	3	–
$t = eq$	$1 - x$	$3(1-x)$	$2x$

মোট মোল = 1 - x + 3 – 3x + 2x = 4-2x,

প্রশ্নমতে, $\frac{2x}{4-2x} = 0.16 \Rightarrow x = 0.275862\ mol$; $P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x}\times P = 4.2\ atm$; $P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x}\times P = 12.6 atm$; $P_{NH_3} = \frac{2x}{4-2x}\times P = 3.2 atm$

$\therefore K_p = \frac{P_{NH_3}}{P_{N_2}^{\frac{1}{2}}\times P_{H_2}^{\frac{3}{2}}} = \frac{3.2}{\sqrt{4.2}\times\sqrt{12.6^3}} = 0.035 atm^{-1}$ (Ans.)

12. গ্লুকোজ এবং ফ্রুক্টোজ জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে সাম্যাবস্থায় থাকে।

ফ্রুক্টোজ ⇄ গ্লুকোজ

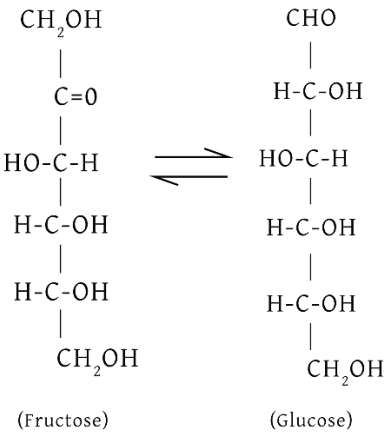
একজন ছাত্র 0.244M ফ্রুক্টোজ দ্রবণ তৈরি করল। 25°C তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থায় এর ঘনত্ব কমে 0.113M এ পরিনত হলো।

(a) বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের গঠন দেখাও।

(b) বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক নির্ণয় কর।

(c) শতকরা কত ভাগ ফ্রুক্টোজ গ্লুকোজে পরিণত হল? [BUET'18-19]

সমাধানঃ (a)



(b) ফ্রুক্টোজ ⇄ গ্লুকোজ

$t = 0$(M) 0.244 0

$t = eq$ (M) 0.244 – x x

শর্তমতে, 0.244 - x = 0.113⇒ x = 0.244 - 0.113 = 0.131 mol

$\therefore K = \frac{x}{0.244-x} = \frac{0.131}{0.113} = 1.1593$

(c) $\frac{0.244-0.113}{0.244} \times 100 = 53.688\%$

13. 1.6g N_2O_4 27°C তাপমাত্রায় আংশিক বিয়োজিত অবস্থায় 760mm চাপে 500 mL আয়তন দখল করে N_2O_4 এর বিয়োজন ধ্রুবক নির্ণয় কর। [BUTEX'18-19]

সমাধানঃ $N_2O_4 = 2NO_2$

t = 0 0.0174 0

t = eq 0.0174-x 2x

$N_2O_4 = \frac{1.6}{92} = 0.0174\text{mol}$ Total mol $= \frac{PV}{RT} = \frac{1\times0.5}{0.0821\times300} = 0.0203\text{mol}$

$0.0174 - x + 2x = 0.0203 \Rightarrow x = 0.0203 - 0.0174 = 2.9 \times 10^{-3}$

বিয়োজন ধ্রুবক $= \frac{2.9\times10^{-3}\times100\%}{0.0174} = 16.67\%$ (Ans.)

14. কোন একটি উভমূখী বিক্রিয়ায় $\Delta n = \frac{1}{2}$ হলে, কত ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় K_p এর মান K_c এর মানের আটগুণ হবে? দেওয়া আছে, $R = 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$. [BUET'14-15]

সমাধানঃ আমরা জানি, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow (RT)^{\Delta n} = \left(\frac{K_p}{K_c}\right) \Rightarrow (R \cdot T)^{\frac{1}{2}} = 8 \Rightarrow R \cdot T = 8^2 = 64$

$\Rightarrow T = \frac{64}{0.0821} = 779.5371K = 506.537°C$

15. 25°C তাপমাত্রায়, $N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$ বিক্রিয়াটিতে, N_2O_4 এবং NO_2 এর আংশিক চাপ যথাক্রমে 0.75 atm ও 0.25 atm বিক্রিয়াটির K_p ও K_c এর মান কত হবে। [CUET'13-14]

সমাধানঃ $P_{NO_2} = 0.25$ atm

$P_{N_2O_4} = 0.75$ atm

$K_P = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(0.25)^2}{0.75} = 8.33 \times 10^{-2}\text{atm};$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_C = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{8.33\times10^{-2}}{0.0821\times298} = 3.4 \times 10^{-3}\ \text{moldm}^{-3}$

16. 4.05 mol হাইড্রোজেন এবং 4.65 mol আয়োডিন 444°C তাপমাত্রায় 1 L ফ্লাস্কে রেখে তাপ দিলে 6.75 mol HI উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c নির্ণয় কর। [RUET'12-13]

সমাধানঃ $H_2(g) + I_2(g) = 2HI(g)$

$t = 0$ 4.05 4.65 0 mole

$t = eq$ (4.05-x) (4.65-x) 2x mole

শর্তমতে, $2x = 6.75 \Rightarrow x = 3.375$ mol

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{6.75}{V}\right)^2}{\left(\frac{4.05-3.375}{V}\right)\times\left(\frac{4.65-3.375}{V}\right)}$$

$K_c = 52.94$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 52.94 \times (RT)^0 \therefore K_p = 52.94$

17. 25°C উষ্ণতায় এক বায়ুচাপে N_2O_4 18.5% বিয়োজিত হয়। উক্ত বিয়োজনের জন্য K_p এর মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ $k_p = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{4\times(0.185)^2\times1}{1-(0.185)^2} = 0.14175$ atm

18. $PCl_3 + Cl_2 = PCl_5$ বিক্রিয়াটির জন্য 230°C তাপমাত্রায় K_c এর মান 49। যদি PCl_3 ও Cl_2 এর প্রত্যেকটির 0.50 মোল করে নিয়ে 5.0 liter আয়তনের পাত্রে রাখা হয়, তবে ঐ তাপমাত্রায় মিশ্রণের উপাদানগুলোর ঘনমাত্রা কত? [RUET'11-12]

সমাধানঃ $PCl_3 + Cl_2 = PCl_5$

$t = 0$ $\frac{1}{2}$mol $\frac{1}{2}$mol –

$t = eq$ $\frac{1}{2} - x$ $\frac{1}{2} - x$ x

$$k_c = \frac{\frac{x}{5}}{\left(\frac{\frac{1}{2}-x}{5}\right)\left(\frac{\frac{1}{2}-x}{5}\right)} \Rightarrow \frac{49}{5} = \frac{x}{\frac{1}{4}+x^2-x} \Rightarrow \frac{49}{4} + 49x^2 - 49x = 5x \Rightarrow 49x^2 - 54x + \frac{49}{4} = 0$$

$\Rightarrow x = 0.78$ (গ্রহণযোগ্য নয়), 0.32

$\therefore n_{PCl_3} = \frac{1}{2} - 0.32 = 0.18$ mol; $n_{Cl_2} = \frac{1}{2} - 0.32 = 0.18$ mol; $n_{PCl_5} = 0.32$ mol

19. 700 K তাপমাত্রায় ও 20 atm চাপে $N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g)$ বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায় 21% N_2, 16% NH_3 থাকে তবে বিক্রিয়াটির K_p ও K_c নির্ণয় কর। [RUET'10-11, 03-04, 05-06]

সমাধানঃ N_2 = 21%, NH_3 = 16%, H_2 = 100 – (16 +21) = 63%

$\therefore P_{H_2} = \frac{63}{100}\times 20 = 12.6$atm, $P_{NH_3} = \frac{16}{100}\times 20 = 3.2$atm; $P_{N_2} = \frac{21}{100}\times 20 = 4.2$atm

$$\therefore K_P = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2}\times(P_{H_2})^3} = \frac{3.2^2}{4.2\times12.6^3} = 1.2188\times10^{-3}\text{atm}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \therefore K_C = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{1.2188\times10^{-3}}{(0.0821\times700)^{-2}} = 4.0255\ L^2mol^{-2}$

20. 600°C উষ্ণতায় নিচের বিক্রিয়ার K_c এর মান 61.7 হলে K_p এর মান কত? [BUTEX'10-11]

সমাধানঃ $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftarrows SO_3$

$\therefore K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 61.7\times(0.0821\times873)^{-\frac{1}{2}}\text{atm}^{-1} = 7.288$ (Ans.)

21. 444°C তাপমাত্রায় 8.1 মি.লি. হাইড্রোজেন 9.3 মি. লি. আয়োডিনের সহিত বিক্রিয়ায় 13.5 মি. লি. হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) তৈরী করে। একই তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক নির্ণয় কর। [RUET'09-10]

সমাধানঃ $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$

$t = 0$ (v) 8.1 9.3 0

$t = eq$ (v) 8.1 - x 9.3 - x 2x

$c = \frac{n}{v} \Rightarrow n = c\times V$

ঘনমাত্রা একই হলে $n \propto v$

শর্তমতে, $2x = 13.5 \Rightarrow x = 6.75$

সাম্যধ্রুবক $= \frac{[HI]}{[H_2][I_2]} = \frac{(13.5)^2}{(8.1-6.75)(9.3-6.75)} = 52.94$

$\Delta n = 0$ বলে পাত্রের আয়তনের উপর নির্ভর করে না।

22. ডাইনাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডের বিয়োজনটি নিম্নরূপঃ $N_2O_4\ (g) \rightleftarrows 2\ NO_2\ (g)$ সাম্যাবস্থায় 25°C তাপমাত্রায় গ্যাস দুটির আংশিক চাপ যথাক্রমে $P_{N_2O_4} = 0.69$ atm এবং $P_{NO_2} = 0.31$ atm (a) সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c এবং (b) এই তাপমাত্রায় ডাইনাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডের বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় কর। [BUET'08-09]

সমাধানঃ $N_2O_4\ (g) \rightleftarrows 2\ NO_2\ (g)$

$K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(0.31)^2}{0.69}$ atm $= 0.139$atm

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{0.139 molL^{-1}}{(0.0821\times298)^{2-1}} = 5.69\times10^{-3} molL^{-1}$ $K_p = \frac{4a^2P}{1-\alpha^2} \Rightarrow \frac{K_p}{P} = \frac{4a^2}{1-\alpha^2}; \frac{1-\alpha^2}{\alpha^2} = \frac{4P}{K_p}$

$\Rightarrow \frac{1}{\alpha^2} = \frac{4P}{K_p} + 1 \Rightarrow \frac{1}{\alpha^2} = \frac{4\times(0.69+0.31)}{0.139} + 1 \Rightarrow \alpha = 0.1834 \ \therefore \alpha = 18.34\%$

23. (i) রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্তগুলি লিখ।

সমাধানঃ

(ক) বিক্রিয়ার অসম্পূর্ণতা (খ) প্রভাবকের ভূমিকাহীনতা

(গ) সাম্যের স্থায়ীত্ব (ঘ) উভয়দিক হতে সুগম্যতা

(ii) 25°C তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থায় N_2O_4 এর বিয়োজনের মিশ্রণে N_2O_4 এর আংশিক চাপ 0.75 atm. এবং বিক্রিয়াটির $K_p = 8.33\times10^{-2}$ atm বিক্রিয়াটির K_c এবং NO_2 এর আংশিক চাপ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$N_2O_4 \rightleftarrows 2\ NO_2;$ $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow P_{NO_2} = \sqrt{K_p \times P_{N_2O_4}} = \sqrt{8.33\times10^{-2}\times0.75} = 0.25$atm $K_p =$

$K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{8.33\times10^{-2}}{(0.0821\times298)^1} = 3.405\times10^{-3} molL^{-1}$

24. 500°C তাপমাত্রায় H_2 এবং N_2 বিক্রিয়া করে NH_3 তৈরী করে। বিক্রিয়াটির $K_c = 6.0 \times 10^{-2}$ হলে K_p এর মান কত হবে? [CUET'08-09]

সমাধানঃ $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ $K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 6\times10^{-2}\times(0.0821\times773)^{-2}(atm)^{-2} = 1.4897\times10^{-5}(atm)^{-2}$ (Ans.)

25. 25°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে 18.5% N_2O_4 বিয়োজিত হয়ে NO_2 হয়। ঐ তাপমাত্রায় ও 0.5 atm চাপে N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রা কত হবে? [BUET'07-08]

সমাধানঃ $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ $K_p = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{4\times(0.185)^2\times1}{1-(0.185)^2} = 0.1418$ atm

২য় ক্ষেত্রে,

$k_p = \frac{4\alpha_2^2 p_2}{1-\alpha_2^2} \Rightarrow 0.1418 = \frac{4\times\alpha_2^2\times0.5}{1-\alpha_2^2} \Rightarrow \frac{1-\alpha_2^2}{\alpha_2^2} = \frac{2}{0.1418} \Rightarrow \frac{1}{\alpha_2^2} = \frac{2}{0.148} + 1 \ \therefore \alpha_2 = 0.2573 = 25.73\%$

26. (a) নিম্নের বিক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে K_p ও K_c এর সম্পর্ক স্থাপন কর। [RUET'07-08]

(i) $N_2 + 3H_2 \leftrightharpoons 2NH_3$

(ii) $PCl_5 \leftrightharpoons PCl_3 + Cl_2$

(b) 4.05 mol হাইড্রোজেন এবং 4.65 mol আয়োডিন 444°C তাপমাত্রার 1 L ফ্লাস্কে রেখে তাপ দিলে 6.75 mol HI উৎপন্ন হয়. $H_2 + I_2 = 2HI$ বিক্রিয়াটির সাম্য ধ্রুবক K_p ও K_c নির্ণয় কর?

সমাধানঃ (a) (i) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$\Delta n = 2 - (3+1) = -2 \ \therefore K_p = K_c \times (RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$

(ii) $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2; \Delta n = 2 - 1 = 1 \Rightarrow K_p = K_c \times (RT)$

(b) $H_2 + I_2 \leftrightarrows 2HI$

$t = 0$ 4.05 4.65 0

$t = eq$ 4.05-x 4.65-x 2x

শর্তমতে, $2x = 6.75; x = 3.375$

$\therefore K_c = \frac{6.75^2}{(4.05-3.375)(4.65-3.375)} = 52.94$

$\therefore K_c = K_P = 52.94[\Delta n = 0]$ (Ans.)

27. একটি 4.0L পাত্রে 1.0 mol নাইট্রোজেন গ্যাস এবং 3.0 mol হাইড্রোজেন গ্যাসের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। যদি নাইট্রোজেনের 25% অ্যামোনিয়াতে রূপান্তরিত হয় তবে $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ অনুসারে K_c এর মান নির্ণয় কর।

[BUET' 06-07, BUTEX' 07-08]

সমাধানঃ $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$

Initial: 1 3 0

Equilibrium: 1 – 0.25 3(1-0.25) 2 × 0.25

$\therefore K_c = \frac{\left(\frac{0.5}{4}\right)^2}{\left(\frac{2.25}{4}\right)^3 \times \frac{0.75}{4}} = 0.468 mol^{-2} dm^6$

28. 25°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে PCl_5 80% বিয়োজিত হয়ে PCl_3 ও Cl_2 উৎপন্ন করে। PCl_3 এবং Cl_2 এর আংশিক চাপ, K_p ও K_c নির্ণয় কর।

[RUET'06-07]

সমাধানঃ $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$

$t = 0$ 1 0 0

$t = eq$ 1 - 0.8 0.8 0.8

PCl_3 এর আংশিক চাপ = $\frac{0.8}{0.2+0.8+0.8} \times 1atm = 0.44atm$

Cl_2 এর আংশিক চাপ = $\frac{0.8}{0.2+0.8+0.8} \times 1atm = 0.44atm;$

PCl_5 ” ” ” = $\frac{0.2}{0.2+0.8+0.8} \times 1atm = 0.11\ atm$

$\therefore K_p = \frac{0.44 \times 0.44}{0.11} atm = 1.7424\ atm$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{K_p}{RT} = 7.12 \times 10^{-2}\ M$

29. 30°C তাপমাত্রাতে নিম্নবর্ণিত বিক্রিয়াটির সাম্য ধ্রুবক (K_p) 2.9×10^{-2} atm হলে বিক্রিয়াটির বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় কর, যখন সাম্য মিশ্রণের মোট চাপ 1.15 atm ।

[KUET' 04-05, CUET' 04-05]

সমাধানঃ $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$

$t = 0$ 1 0 0

$t = eq$ $1 - \alpha$ α α

মোট মোল $= 1 + \alpha$

$K_p = \frac{(P_{SO_2}) \times (P_{Cl_2})}{(P_{SO_2Cl_2})} = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha} \times P \times \frac{\alpha}{1+\alpha} P}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} P} \Rightarrow K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} P \Rightarrow \frac{1}{\alpha^2} - 1 = \frac{P}{K_p} \Rightarrow \frac{1}{\alpha^2} = \frac{p}{K_p} + 1 = \frac{1.15}{2.9 \times 10^{-2}} + 1 \Rightarrow \alpha^2 = \frac{1}{40.655} \Rightarrow \alpha = 0.1568$ (Ans.)

30. ভরক্রিয়া সূত্র বিবৃত কর। 30°C তাপমাত্রায় ও 31.5 atm বায়ু চাপে 15.6% PCl_5 বিয়োজিত হয়। উক্ত বিয়োজনে K_p এর মান নির্ণয় কর।

[CUET' 03-04]

সমাধানঃ ভর ক্রিয়া সূত্রঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট সময়ে যে কোনো বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

$K_p = \frac{\alpha^2 p}{1-\alpha^2} = \frac{(0.156)^2 \times 31.5}{1-(0.156)^2} = 0.786atm$

31. অধিক তাপে N_2O_5 বিয়োজিত হয়ে NO_2 এবং O_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। এখানে 6 sec পর NO_2 এর ঘনমাত্রা 3.0×10^{-3} molL^{-1} বৃদ্ধি পায় তাহলে বিক্রিয়ার হার কত হবে? [BUTEX' 20-21]

সমাধানঃ $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$; প্রশ্নমতে, $\frac{d[NO_2]}{dt} = \frac{3\times10^{-3}}{6} = 5 \times 10^{-4} Ms^{-1}$

বিক্রিয়াটির হার $= \frac{1}{4}\frac{d[NO_2]}{dt} = \frac{1}{4} \times \frac{3\times10^{-3}}{6} = 1.25 \times 10^{-4} Ms^{-1}$

32. 327°C তাপমাত্রায় HI এর বিয়োজন হার $-\frac{dC_{HI}}{dt} = kC_{HI}^2$ যেখানে $k = 4 \times 10^{-6}$ litre mole^{-1}. বায়ুমণ্ডলীয় চাপে প্রতি সেকেন্ডে এবং প্রতি cm^3 আয়তনে কতগুলো অণু বিয়োজিত হবে? [KUET' 19-20]

সমাধানঃএক্ষেত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া, $2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$ HI এর জন্য,$PV = nRT$

$\Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{P}{RT} \Rightarrow C = \frac{1}{0.0821\times600} M = 0.0203 M$

HI এর বিয়োজন হার, $-\frac{dC_{HI}}{dt} = kC_{HI}^2 = 4 \times 10^{-6} \times (0.0203)^2 Ms^{-1} = \frac{1.648\times10^{-9} mol}{1L\times1s} = \frac{1.648\times10^{-9}\times6.023\times10^{29} \text{ molecule}}{1000\,cm^3\times1s} = 9.924 \times 10^{11}$ molecule$(cm^3)^{-1}s^{-1}$

প্রতি সেকেন্ডে ও প্রতি cm^3 আয়তনে 9.924 x 10^{11} টি অণু বিয়োজিত হবে।

33. অ্যামোনিয়া অক্সিজেনের সাথে নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী বিক্রিয়া করে। $4NH_3(g) + 5O_2(g) = 4NO(g) + 6H_2O(g)$ কোন মুহূর্তে অ্যামোনিয়া 0.2 mol^{-1}4 হারে বিক্রিয়া করলে বিক্রিয়াটির হার সমীকরণটি লিখ এবং H_2O (g) উৎপাদনের হার নির্ণয় কর। [BUET' 17-18]

সমাধানঃ বিক্রিয়ার হার সমীকরণ, $-\frac{1}{4}\frac{d[NH_3]}{dt} = -\frac{1}{5}\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{1}{4}\frac{d[NO]}{dt} = \frac{1}{6}\frac{d[H_2O]}{dt}$

প্রশ্নমতে, $-\frac{1}{4}\frac{d[NH_3]}{dt} = \frac{0.24}{4} \Rightarrow \frac{1}{6}\frac{d[H_2O]}{dt} = \frac{0.24}{4} \Rightarrow \frac{d[H_2O]}{dt} = \frac{0.24\times6}{4} = 0.36$ molL^{-1}s^{-1}

34. $H_2 + Br_2 = 2HBr$ বিক্রিয়াটি একটি 0.250L পাত্রে সম্পন্ন করা হলো। 0.01s এ Br_2 এর পরিমাণের পরিবর্তন - 0.001 mol হলে বিক্রিয়াটির হার নির্ণয় কর। [BUET' 14-15]

সমাধানঃ বিক্রিয়াটির হার, $r = -\frac{d[Br_2]}{dt} = -\left(\frac{-0.001}{0.250\times0.01}\right) = 0.4$ molL^{-1}s^{-1}

35. প্রারম্ভিক অবস্থায় একটি বিক্রিয়ার হার 2.2×10^{-5} mol dm^{-3}s^{-1}বিক্রিয়াটির হার ধ্রুবক 1.1×10^{-4} s^{-1} প্রারম্ভিক অবস্থায় বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কত? [BUET' 03-04]

সমাধানঃ আমরা জানি, $\frac{dx}{dt} = KC \Rightarrow C = \frac{2.2\times10^{-5}}{1.1\times10^{-4}} = 0.2$moldm^{-3} (Ans.)

36. পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে $CuSO_4$ এর দ্রবণ যোগ করা হলে 15.0 sec এ 1.5×10^{-4} mol/dm^3 আয়োডিন বিমুক্ত হয়। আয়োডিন উৎপাদনের এ বিক্রিয়াটির হার নির্ণয় কর। [KUET'03-04]

সমাধানঃ এক্ষেত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া, $2CuSO_4 + 4KI \rightarrow Cu_2I_2 + 2K_2SO_4 + I_2$

বিক্রিয়াটির হার, $r = \frac{d[I_2]}{dt} = \frac{1.5\times10^{-4}}{15}$ moldm^{-3}s^{-1} $= 1 \times 10^{-5}$moldm^{-3}s^{-1} (Ans.)

37. $2C_4H_{10} + 7O_2 \longrightarrow 2C_4H_2O_3 + 8H_2O$
$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$
$Cr_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Cr + 3CO_2$
উপরিউক্ত বিক্রিয়াগুলো গ্রীন কেমিস্ট্রির ক্রম অনুসারে সাজাও। [BUET 22-23]

সমাধানঃ

১ম বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে,

$A.E. = \frac{2\times98}{(2\times98)+(7\times32)} \times 100\% = 57.64\%$

২য় বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে,

$A.E = \frac{2\times80}{(2\times64)+32} \times 100\% = 100\%$

৩য় বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে,

$A.E = \frac{2\times52}{(2\times52+48)+(3\times28)} \times 100 = 44.067\%$

∴ গ্রীনার পদ্ধতির ক্রমঃ ii > i > iii

38. টাইটানিয়াম দুটি ভিন্ন ভিন্ন পদ্ধতি দ্বারা আকরিক থেকে নিষ্কাশন করা যায়।

(i) অধিকতর সক্রিয় ধাতুর ব্যবহার: $TiO_2 + 2Mg \rightarrow Ti + 2MgO$

(ii) আকরিকের তড়িৎ বিশ্লেষণ: $TiO_2 \rightarrow Ti + O_2$

কাঙ্ক্ষিত উৎপাদে বিক্রিয়ক পরমাণুর সর্বাধিক উপস্থিতির ধারণা ব্যবহার করে উপরের কোন পদ্ধতিটি গ্রিনার নির্ণয় কর।

[Ti = 47.88 and Mg = 24.3] [BUET'18-19]

সমাধানঃ (i) $\%AE = \frac{47.88}{47.88+2\times(24.3+16)} \times 100\% = 37.2665\%$

(ii) $\%AE = \frac{47.88}{47.88+32} \times 100\% = 59.93\%$ ∴ (ii) নং পদ্ধতি অধিকতর গ্রিনার।

39. Green Chemistry এর মূল লক্ষ্য কী? এর পাঁচটি নীতিমালা উল্লেখ কর। [RUET'17-18]

সমাধানঃ Green Chemistry এর মূল লক্ষ্য হলো- উৎপন্ন ক্ষতিকর বর্জ্য পদার্থ যথাসম্ভব হ্রাস করে নতুন ও উন্নততর পরিবেশ বান্ধব পদ্ধতি উদ্ভাবন করা।

নীতিমালা:

১. শিল্প বিক্রিয়ায় বর্জ্য উৎপাদ রোধ হয় এমন পদ্ধতি ব্যবহার।

২. নন-টক্সিক বিকারক ও নন-টক্সিক বর্জ্য সংশ্লিষ্ট সংশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার।

৩. বিক্রিয়ার ব্যবহৃত দ্রাবক ও সহায়ক পদার্থ নিরাপদ ও ন্যূনতম হবে।

৪. সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে ন্যূনতম ধাপ ও উপজাতক থাকবে।

৫. নতুন অধিক কার্যকর প্রভাবক উদ্ভাবনসহ শিল্প প্রক্রিয়ার উন্নয়ন করে উৎপাদ বৃদ্ধি করতে হবে।

40. $2H_2S + \text{Heat} \longrightarrow 2H_2(g) + S_2(g)$ সাম্যাবস্থার কোন দিকে পরিবর্তন হবে (ডানে/বামে)? [BUET 22-23]

(i) তাপমাত্রা বাড়ালে (ii) চাপ বাড়ালে

(iii) S যোগ করলে (iv) H_2S যোগ করলে

(v) S অপসারণ করলে

সমাধানঃ

(I) ডানে (তাপহারী বলে)। (ii) বামে $\left(\Delta n_{g(\text{reactant})} < \Delta n_{g(\text{product})}\right)$

(iii) বামে (iv) ডানে

(v) ডানে

41. নিম্নোক্ত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহে সাম্যাবস্থার চাপ হ্রাস করে গ্যাসীয় আয়তন বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার মিশ্রণে উৎপাদের মোল সংখ্যার কী পরিবর্তন হবে ব্যাখ্যা কর। [BUET 20-21]

(i) $CaO(s) + CO_2(g) \leftrightharpoons CaCO_3(s)$

(ii) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \leftrightharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

সমাধানঃ (i) $n_{\text{reactant}} > n_{\text{product}}$ (গ্যাসীয়) (ii) $n_{\text{reactant}} = n_{\text{product}}$ + (গ্যাসীয়)

∴ উৎপাদ কমবে।

∴ চাপের কোনো প্রভাব নেই।

42. (a) কোনো বিক্রিয়ায় প্রভাবক (অনুঘটক) যোগ করলে কি ঘটে?

(b) নিম্নলিখিতগুলি কী ধরনের বিক্রিয়া? পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর বিক্রিয়াগুলির প্রতিক্রিয়া কী? [BUET'14-15]

(i) $C\ (graphite) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g);\ \Delta H = -395\ kJ$
(ii) $H_2(g) + I_2(s) \rightarrow 2HI(g);\ \Delta H = +52\ kJ$

সমাধানঃ (a) বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি হ্রাস বা বৃদ্ধি পায় ফলে বিক্রিয়ার হার যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সমাধানঃ (b) i) তাপোৎপাদী বিক্রিয়া ii) তাপহারী বিক্রিয়া

প্রতিক্রিয়া: (i) চাপের প্রভাব নেই। তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যবস্থা বাম দিকে সরে যাবে।

(ii) চাপের প্রভাব নেই। তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে ।

চেষ্টা করে দেখো তো!

বহুনির্বাচনী অভীক্ষা

১) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের একক কোনটি?

(ক) $molLs^{-1}$ (খ) $molL^{-1}s^{-1}$ (গ) $Lmol^{-1}s^{-1}$ (ঘ) $molL^{-1}s$

২) $aA + dD \rightleftharpoons mM$ বিক্রিয়ার বেগ হবে -

i. $-\frac{1}{a} \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t}$
ii. $-\frac{1}{d} \cdot \frac{\Delta D}{\Delta t}$
iii. $+\frac{1}{m} \cdot \frac{\Delta M}{\Delta t}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩) $NO(g) + O_3(g) \longrightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ বিক্রিয়াটির সক্রিয়ণ শক্তি $10\ kJmol^{-1}$ এবং বিক্রিয়া এনথালপি $-200\ kJmol^{-1}$ হলে বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি কত $kJmol^{-1}$ হবে?

(ক) 210 (খ) 190 (গ) 220 (ঘ) 180

৪) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায় কেন?

i. সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়
ii. গতিশক্তি কমে যায়
iii. সক্রিয়ণ শক্তি হ্রাস পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৫) অম্লীয় $KMnO_4$ এবং অক্সালিক এসিড দ্রবণের রিডক্স বিক্রিয়ায় কোনটি অটো প্রভাবক হিসেবে কাজ করে?

(ক) MnO_4^- (খ) Mn^{2+} (গ) CrO_4^{2-} (ঘ) K^+

৬) সাম্যাবস্থার বৈশিষ্ট্য—

i. বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় না

ii. উভয়দিক থেকে সুগম্যতা

iii. প্রভাবক প্রভাব বিস্তার করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৭) $A + B \rightleftharpoons C + D$; বিক্রিয়াটিতে D এর ঘনমাত্রা বাড়ালে সাম্যাবস্থা কোন দিকে স্থানান্তরিত হবে?

(ক) ডানে (খ) স্থির থাকে (গ) বামে (ঘ) সম্পর্ক নেই

৮) নিচের কোন বিক্রিয়ায় চাপের প্রভাব রয়েছে?

(ক) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ (খ) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

(গ) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2 + H_2(g)$ (ঘ) $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

৯) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$; সাম্যবস্থায় এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে -

i. চাপ বাড়ালে উৎপাদন বৃদ্ধি পায়

ii. তাপমাত্রা বাড়ালে উৎপাদ বৃদ্ধি পায়

iii. প্রভাবক যোগ করলে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$; এই বিক্রিয়ায়-

i. Pt প্রভাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়

ii. As_2O_3 প্রভাবক বিষ হিসেবে কাজ করে

iii. Cr_2O_3 প্রভাবকে উত্তেজক হিসেবে কাজ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১) $Fe(s) + 4H_2O(steam) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$; বিক্রিয়াটিতে K_c ও K_p এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?

(ক) $K_p = K_c(RT)^{-2}$ (খ) $K_p = K_c$ (গ) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (ঘ) কোনটি নয়

১২) 30°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে 15.6% PCl_5 বিয়োজিত হয়। উক্ত বিয়োজনে K_p এর মান কত?

(ক) 3.7×10^{-2}atm (খ) 3.7×10^{-3}atm (গ) 2.5×10^{-3}atm (ঘ) 3.5×10^{-6}atm

১৩) কোনটি $A + 2B \rightarrow P$ বিক্রিয়াটির সঠিক সমীকরণ নির্দেশ করে?

(ক) $-d[A]/dt = k[A][B]$ (খ) $-d[B]/dt = k[A][B]^2$

(গ) $d[P]/dt = k[P]^{\alpha}$ (ঘ) $d[P]/dt = k[A]^{\alpha}[B]^{\beta}$

১৪) $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$; বিক্রিয়ায় K_p এর মান হলো -

(ক) $K_p = K_c(RT)^{-1}$ (খ) $K_p = K_c(RT)^{-2}$ (গ) $K_p = K_c$ (ঘ) $K_p = K_c(RT)^2$

১৫) একটি বিক্রিয়ায় $K_c = 4.0 \times 10^{-4}$, $R = 0.09L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$ এবং $\Delta n = 2$ হলে 1000K তে K_p মান কত?

(ক) 324 (খ) 32.4 (গ) 3.24 (ঘ) 3.54

সৃজনশীল প্রশ্ন

১। কক্ষ তাপমাত্রায় এবং 1.7 atm চাপে AB_5 বিয়োজিত হয়ে AB_3 ও B_2 উৎপন্ন করে। উক্ত বিক্রিয়ায় 50kJ/mol তাপ শোষিত হয় এবং K_c এর মান 2×10^{-3}mol/L

(ক) ভর ক্রিয়া সূত্রটি লিখ।

(খ) K_c এর মান শূন্য বা অসীম হতে পারে না কেন?

(গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রা, চাপ ও ঘনমাত্রার প্রভাব আলোচনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ায়র সমস্ত উপাত্ত ব্যবহার করে বিয়োজন মাত্রার মান বের কর।

২। 25°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে পাত্রে উপস্থিত PCl_5 এর 80% প্রদত্ত সাম্যাবস্থা অনুসারে উৎপাদে বিয়োজিত হয় ।

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

(ক) গ্লুবার লবণ কী?

(খ) শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহৃত হয় কেন?

(গ) উপরের বিক্রিয়ায় K_c গণনা করো ।

(ঘ) সর্বাধিক পরিমাণে উৎপাদ পেতে বিক্রিয়াটির উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা করো।

৩।

দৃশ্য-১:

$A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons AB(g)12g$

A_2 এবং B_2 445°C উত্তপ্ত করা হল

দৃশ্য-২:

$C_2(g) + 3D_2(g)$

$\rightleftharpoons 2CD_3(g) +$ তাপ Fe প্রভাবক, $400 - 500°C$

পারমাণবিক ভর $A = 1; B = 127$

(ক) জীম্যান প্রভাব কাকে বলে?

(খ) Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা F থেকে কম কেন?

(গ) উদ্দীপকের দৃশ্য-১ এর বিক্রিয়াটির $K_c = 1.64$; সাম্যাবস্থায় AB এর ঘনমাত্রা গণনা করো ।

(ঘ) উদ্দীপকের দৃশ্য-২ এর অধিক উৎপাদের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বিপরীতমুখী — ব্যাখ্যা করো ।

shikho

ফেসবুক পেইজে লাইক দিয়ে এবং
ইউটিউব চ্যানেলে সাবস্ক্রাইব করে
ফ্রিতে শিখতে থাকো।

Facebook

Youtube