

কপিরাইট এবং প্রকাশকঃ

ACS Academic & Admission Program



কপিরাইট আইন, ২০০০ লঙ্ঘনজনিত শাস্তি

৮২। কপিরাইট বা অন্যান্য অধিকার লঙ্ঘনজনিত অপরাধ

অপরাধ	শাস্তি
যে ব্যক্তি বেআইনিভাবে এই কোর্সটির ভিডিও কোনো ধরনের সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে বিতরণ করবেন (যেমন Facebook, Twitter, Instagram ইত্যাদি) বা কোন কর্মের কপিরাইট ইচ্ছাকৃতভাবে লঙ্ঘন করেন বা করিতে সহায়তা করেন	তিনি অনূর্ধ্ব চার বৎসর কিন্তু অনূন ছয়মাস মেয়াদের কারাদণ্ড এবং অনূর্ধ্ব দুই লক্ষ টাকা কিন্তু অনূন পঞ্চাশ হাজার টাকার অর্থদণ্ডে দণ্ডনীয় হইবেন।
যে ব্যক্তি বেআইনিভাবে এই কোর্সটির ভিডিও কোনো ধরনের সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যম ব্যতীত অন্য কোনো মাধ্যমে (Youtube, Viber, IMO, Whatsapp, Telegram ইত্যাদি) বিতরণ করার চেষ্টা করবেন বা অন্য কোন কর্মের কপিরাইটের অধিকার ইচ্ছাকৃতভাবে লঙ্ঘন করেন বা করিতে সহায়তা করেন	তিনি অনূর্ধ্ব পাঁচ বৎসর কিন্তু অনূন এক বৎসর মেয়াদের কারাদণ্ড এবং অনূর্ধ্ব পাঁচ লক্ষ টাকা কিন্তু অনূন এক লক্ষ টাকার অর্থদণ্ডে দণ্ডনীয় হইবেন।

৮৩। দ্বিতীয় বা পরবর্তী অপরাধের বর্ধিত শাস্তি

যে ব্যক্তি ধারা ৮২ এর অধীনে দণ্ডিত হইয়া পুনরায় অনুরূপ কোন অপরাধে দণ্ডিত হইলে তিনি দ্বিতীয় এবং পরবর্তী প্রত্যেক অপরাধের জন্য অনূর্ধ্ব তিন বৎসর কিন্তু অনূন ছয় মাসের কারাদণ্ড এবং অনূর্ধ্ব তিন লক্ষ টাকা কিন্তু অনূন এক লক্ষ টাকা অর্থদণ্ডে দণ্ডনীয় হইবেন।

কপিরাইট (সংশোধন) আইন, ২০০৫ দ্বারা ধারা “৮২” প্রতিস্থাপিত

কপিরাইট (সংশোধন) আইন, ২০০৫ দ্বারা ধারা “৮৩” এর প্রথম শতাংশ প্রতিস্থাপিত

কোর্সটির ভিডিও যেকোনো গ্রুপে শেয়ার করা কিংবা টাকার বিনিময়ে বিক্রয় করা শাস্তিযোগ্য অপরাধ। শুধুমাত্র **ACS Admission Program** কোর্সটির ভিডিও বিক্রয় করার অধিকার রাখে।



রাসায়নিক পরিবর্তন

গ্রিন কেমিস্ট্রি বা সবুজ রসায়নঃ

পৃথিবীব্যাপী রসায়নবিদেরা শিল্প ক্ষেত্রে তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক প্রয়োগে ক্ষতিকর বর্জ্য পদার্থ উৎপন্ন যতাসম্ভব হ্রাস করে নতুন ও উন্নততর পরিবেশবান্ধব পদ্ধতি উদ্ভাবনে সচেষ্ট রয়েছেন। পরিবেশবান্ধব এরূপ পদ্ধতিকে গ্রিন কেমিস্ট্রি বা সবুজ রসায়ন বলা হয়।

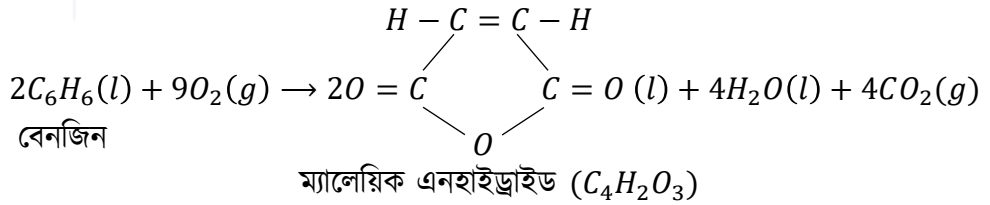
সর্বোত্তম এটম ইকন্যামিঃ

বিক্রিয়কের সব বা সর্বাধিক পরমাণুকে কাজিষ্কৃত উতপাদে সংরক্ষণ পদ্ধতি উদ্ভাবন। এক্ষেত্রে বিক্রিইয়াকে এরূপে সংঘটিত করা হয়, যেন কাজিষ্কৃত উৎপাদে বিক্রিয়কের সর্বোচ্চ পরিমাণ পরমাণু যুক্ত থাকে। শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত কোনো পদ্ধতির বিক্রিয়ায় শতকরা এটম ইকন্যামি (%AE) দ্বারা ঐ পদ্ধতির সফলতার মাত্রা জানা যায়। শতকরা এটম ইকন্যামিকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয়।

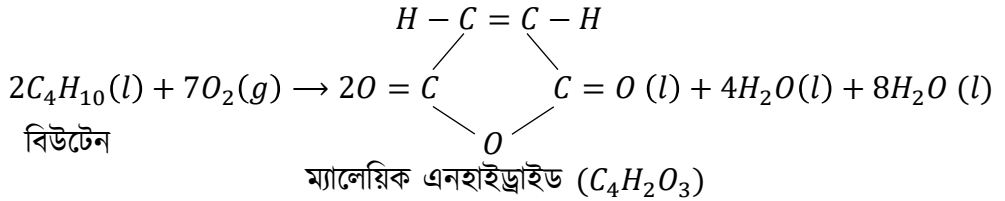
$$\%AE = \frac{\text{কাজিষ্কৃত উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা} \times \text{সংকেত ভর} \times 100}{\text{সব বিক্রিয়কের বা সব উৎপাদের মোল সংখ্যাসহ সংকেত ভরের সমষ্টি}}$$

ম্যালৈয়িক এনহাইড্রাইড উৎপাদন, এটি হলো অন্যতম প্রধান শিল্প কেমিক্যাল যা থেকে উৎপাদিত হয় ওষুধ, কীটনাশক, রঞ্জক, বিভিন্ন পলিমার ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় প্রোডাক্ট। ম্যালৈয়িক এনহাইড্রাইড ($C_4H_2O_3$) সংশ্লেষণের দুটি পদ্ধতি আছে। একটি হল বেনজিনের জারণ পদ্ধতি এবং অপরটি হলো বিউটেনের জারণ পদ্ধতি। যেমন-

প্রথম পদ্ধতি:



দ্বিতীয় পদ্ধতি:



বর্তমানে সাংশ্লেষিক পদ্ধতি সমূহে উৎপাদের সর্বোচ্চ পরিমাণ 70% থেকে 90% এর মধ্যে থাকে। অর্থাৎ, 30% থেকে 10% বিক্রিয়ক মূল উৎপাদ তৈরি না করে বিক্রিয়াবিহীন থাকে। গ্রীন কেমিস্ট্রির অন্যতম নীতি এটম ইকন্যামি হল কাজিষ্কৃত উৎপাদে বিক্রিয়কের সর্বোচ্চ পরিমাণ পরমাণু অন্তর্ভুক্ত করা। কোন বিক্রিয়ার শতকরা ইকন্যামি (% AE) কে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা হয়।

$$\%AE = \frac{\text{কাজিষ্কৃত উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা} \times \text{সংকেত ভর} \times 100}{\text{সব বিক্রিয়কের বা সব উৎপাদের মোল সংখ্যাসহ সংকেত ভরের সমষ্টি}}$$

এখন শতকরা 'এটম ইকন্যামি' হিসাব করে উপরোক্ত উভয় পদ্ধতির দক্ষতা তুলনা করা হলো:

$$\begin{aligned} \text{১ম পদ্ধতির বেলায়, \% এটম ইকন্যামি} &= \frac{2 \text{ mol } C_4H_2O_3 \times 100}{(2 \text{ mol } C_4H_2O_3 + 4 \text{ mol } H_2O + 4 \text{ mol } CO_2)} \\ &= \frac{2 \times 98.06 \text{ g} \times 100}{(2 \times 98.06 \text{ g} + 4 \times 18.02 \text{ g} + 4 \times 44.01 \text{ g})} = 44.15\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{২য় পদ্ধতির বেলায়, \% এটম ইকন্যামি} &= \frac{2 \text{ mol } C_4H_2O_3 \times 100}{(2 \text{ mol } C_4H_2O_3 + 8 \text{ mol } H_2O)} \\ &= \frac{2 \times 98.06 \text{ g} \times 100}{(2 \times 98.06 \text{ g} + 8 \times 18.02 \text{ g})} = 57.63\% \end{aligned}$$

সিদ্ধান্তঃ

শতকরা এটম ইকন্যামির মান থেকে সুস্পষ্ট যে,

(i) ২য় পদ্ধতিতে ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড সংশ্লেষণ অধিকতর সুবিধাজনক। কারণ, % পরিমাণে অধিক সংখ্যক বিক্রিয়ক –পরমাণু কাজিষ্ঠত উৎপাদে সংরক্ষিত হয়েছে।

(ii) ২য় পদ্ধতিতে ১ম পদ্ধতির মতো টক্সিক বেনজিন ব্যবহৃত হয়নি।

ই-ফ্যাক্টরঃ

কোনো শিল্প ইউনিট থেকে উৎপাদন প্রক্রিয়ায় মোট উতপাদের ভরের তুলনায় কী পরিমাণ বর্জ্য উৎপন্ন হয় তার অনুপাতই ই-ফ্যাক্টর (E-Factor)।

ই-ফ্যাক্টরের মূল উদ্দেশ্য হলো- উৎপাদিত বর্জ্যের বিশোধনের চেয়ে বর্জ্যের উৎপাদন যেন সর্বনিম্ন পর্যায়ে নিয়ে আসা যায় সে দিকে চেষ্টা করা।

Atom Economy Maths

1. $2NH_3 + NaOCl \longrightarrow N_2H_4 + NaCl + H_2O$ বিক্রিয়ায় হাইড্রাজিন উৎপন্ন করার ক্ষেত্রে $AE = ?$

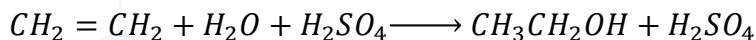
সমাধানঃ

$$AE = \frac{1 \times M_{N_2H_4} \times 100\%}{(M_{Na_2O_4} + M_{NaCl} + M_{H_2O})} = 29.49\%$$

(Ans.)

2. ইথিন থেকে ইথানল উৎপাদনে %AE কত?

সমাধানঃ



$$\%AE = \frac{M_{C_2H_5OH} \times 1}{1 \times M_{C_2H_5OH} + M_{H_2SO_4}} = 31.94\%$$

(Ans.)

3. প্রতিস্থাপনঃ $TiO_2 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgO$ — ①

তড়িৎ বিশ্লেষণঃ $TiO_2 \longrightarrow Ti + O_2$ — ②

কোন পদ্ধতিটি অধিক Greener? [$Ti = 47.88, Mg = 24.3$]

সমাধানঃ

$$1 \text{ নং এ } \%AE = \frac{47.88}{47.88 + (2 \times 24.3)} = 37.267\%$$

$$2 \text{ নং এ } \%AE = \frac{47.88}{47.88 + 32} = 59.93\%$$

∴ 2 নং তথা তড়িৎ বিশ্লেষণ অধিক Greener.

4. $CH_2 = CH - CH_2Cl + H_2O \longrightarrow CH_2 = CH - CH_2OH + HCl$

এ বিক্রিয়ায় $CH_2 = CH - CH_2OH$ উৎপাদ হলে, 'E' ফ্যাক্টর কত?

সমাধানঃ

HCl বর্জ্য।

$$\therefore E \text{ factor} = \frac{\text{মোট বর্জ্য}}{\text{মোট উৎপাদ}} = \frac{36.5}{58} = 0.629$$

(Ans.)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা

কোনো কোনো সময়ে সম্মুখমুখী ও পশ্চাতমুখী বিক্রিয়ার হার সমান হয়ে থাকে, এ অবস্থাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

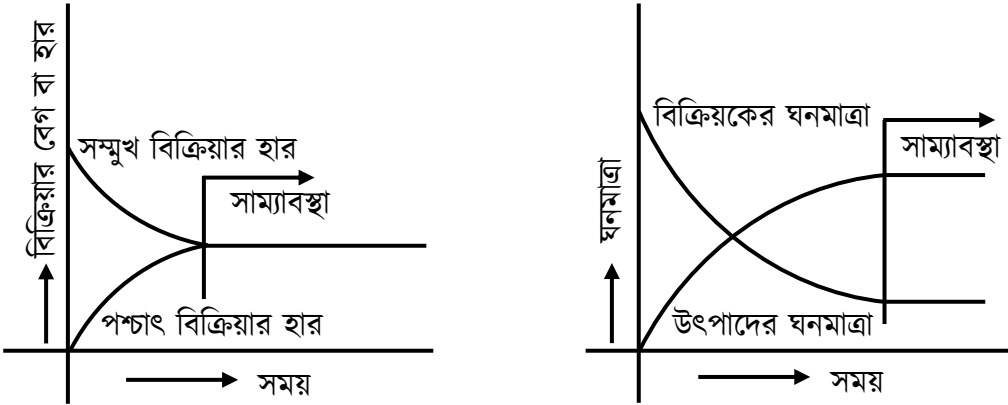
রাসায়নিক সাম্যাবস্থার শর্ত বা বৈশিষ্ট্যঃ

রাসায়নিক সাম্যের বা সাম্যাবস্থার নিম্নোক্ত চারটি আবশ্যিকীয় বৈশিষ্ট্য বা শর্ত আছে-

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

রাসায়নিক সাম্যাবস্থাঃ

- * কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় উপনীত হয় যখন সম্মুখমুখী ও পশ্চাতমুখী বিক্রিয়ার বেগ সমান ও বিপরীতমুখী।
- * বিক্রিয়ার শুরুতে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা সর্বোচ্চ এবং সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার বেগ সর্বোচ্চ থাকে। ক্রমাগত বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কমতে থাকে এবং উৎপাদের ঘনমাত্রা বাড়তে থাকে। অর্থাৎ, সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ হ্রাস ও পশ্চাত বিক্রিয়ার বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে।



- * সাম্যাবস্থায় সম্মুখ ও পশ্চাত বিক্রিয়ার বেগ সমান হয়। পরবর্তী সময় জুড়ে সে বেগ অপরিবর্তিত থাকে (ধ্রুবক)।
- * সাম্যাবস্থায় উপনীত হবার পর বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রা ধ্রুবক হয়ে যায় (অপরিবর্তিত)। এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রা সমান হওয়াটা আবশ্যিক নয়।

সাম্যাবস্থার উপর ঘনত্ব, চাপ ও ঘনমাত্রার প্রভাবগুলো সংক্ষিপ্তভাবে নিচের সারণিতে দেওয়া হলো-

কী ঘটে, যখন	সাম্যের সরণ যেদিকে ঘটে
১. এক বা একাধিক বিক্রিয়ক পদার্থের ঘনমাত্রা বাড়ানো হলো	সম্মুখ বিক্রিয়া
২. এক বা একাধিক বিক্রিয়াজাত পদার্থের ঘনমাত্রা বাড়ালে	পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া
৩. তাপমাত্রা হ্রাস করলে	তাপহারী বিক্রিয়ার দিকে
৪. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে	তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার দিকে
৫. চাপ বাড়ালে	কম সংখ্যক গ্যাসীয় অণুর দিকে
৬. চাপ কমালে	বেশি সংখ্যক গ্যাসীয় অণুর দিকে

লা-শাতেলিয়রের নীতিঃ

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

* তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে চাপ অথবা ঘনমাত্রার পরিবর্তন করলে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন হয়। তবে সাম্যধ্রুবকের মানের পরিবর্তন হয় না।

* কিন্তু তাপমাত্রা পরিবর্তিত হলে সাম্যধ্রুবকের মানের পরিবর্তন ঘটে।

ভ্যান্ট-হফ এর সমীকরণ

রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় সাম্যধ্রুবকের 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

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 বিক্রিয়ায় এনথালপি এবং এনট্রপি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বহুলভাবে ব্যবহৃত হয়।

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

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

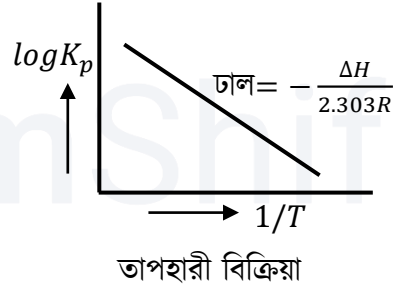
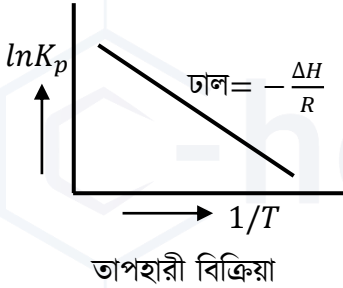
তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $\Delta H = +ve \therefore m = -\frac{\Delta H}{R}$ এর মান হবে $-ve$ ঢাল $-ve$ হবে অর্থাৎ নিম্নগামী রেখা পাওয়া যাবে।

$$y = -mx + c$$

তাই সমীকরণ হতে যদি বুঝতে কষ্ট হয় যে রেখাটি নিম্নগামী হবে, কোন সমস্যা নাই। আমরা বিকল্পভাবেও এটি বের করতে পারি। এর জন্য আমাদের একটি হিসাব করতে হবে।

$$y = -mx + c \Rightarrow y + mx = c \Rightarrow mx + y = c \Rightarrow \frac{mx}{c} + \frac{y}{c} = 1 \Rightarrow \frac{x}{\frac{c}{m}} + \frac{y}{c} = 1$$

এই সমীকরণটি কিন্তু $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$ আকারের। সুতরাং রেখাটি নিম্নগামী হবে।



এ গ্রাফ হতে দেখা যায়, তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে ($\frac{1}{T}$ হ্রাস পেলে) তাপহারী বিক্রিয়ার সাম্যাক্ষ বৃদ্ধি পায় কিন্তু তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার সাম্যাক্ষ হ্রাস পায়। তাপমাত্রা হ্রাস পেলে বিপরীত ঘটনা ঘটে। K_p/K_c এর মান কেবলমাত্র তাপমাত্রা T এর উপর নির্ভরশীল। চাপ, ঘনমাত্রা, প্রভাবক K_p/K_c এর মান পরিবর্তনে ভূমিকা রাখে না।

ভ্যান্ট-হফের সমীকরণ বিষয়ক গণনা

1. একটি বিক্রিয়ার $\ln K_p$ বনাম $\frac{1}{T}$ লেখ চিত্রের ঢাল 21645.02K। বিক্রিয়াটির ΔH নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\ln K_p \text{ বনাম } \frac{1}{T} \text{ লেখচিত্রের ঢাল, } -\frac{\Delta H}{R} = 21645.02$$

$$\therefore \Delta H = (21645.02 \times 8.316) \text{ Jmol}^{-1} = -179999.9863 \text{ Jmol}^{-1} = -179.99999 \text{ kJmol}^{-1}$$

R কে সাধারণত $\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ এ এবং ΔH কে সাধারণত kJmol^{-1} এ প্রকাশ করা হয়। তাই J ও kJ এর মধ্যকার পরিবর্তন সতর্কতার সাথে খেয়াল রাখতে হবে।

2. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}); \Delta H = +90 \text{ kJmol}^{-1}$ । 0°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির সাম্যশ্রবক 0.00564 atm। 27°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\ln K_p = -\frac{\Delta H}{R} \times \frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

$$\therefore \ln K_{p_1} = -\frac{\Delta H}{R} \times \frac{1}{T_1} + \text{ধ্রুবক} \dots \dots \dots (i)$$

$$\therefore \ln K_2 = -\frac{\Delta H}{R} \times \frac{1}{T_2} + \text{ধ্রুবক} \dots \dots \dots (ii)$$

$$(ii) - (i) \Rightarrow$$

$$\therefore \ln \frac{K_{p_2}}{K_{p_1}} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Rightarrow \ln \frac{K_{p_2}}{0.00564} = -\frac{30000}{8.316} \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{273} \right)$$

$$\therefore K_{p_2} = 0.1999 \text{ atm}$$

[ΔH এর মান S.I এককে নেওয়ায়, ডান পক্ষকে বামপক্ষের ন্যায় এককহীন করার জন্য R এর মান ও এক্ষেত্রে S.I এককে নিতে হবে।

Formula of CFC

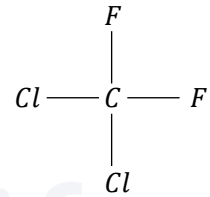
CFC এর সংখ্যার সাথে 90 যোগ করলে যে সংখ্যা পাওয়া যায়, তার শতকের ঘরের অঙ্ক C সংখ্যা, দশকের ঘরের অঙ্ক H সংখ্যা এবং এককের ঘরের অঙ্ক F সংখ্যা নির্দেশ করে।

যেমন: CFC – 12 এর সংকেত নির্ণয়ের ক্ষেত্রে,

$$\begin{array}{r} CFC - 12 \\ +90 \\ \hline 102 \end{array}$$

$\begin{array}{l} \rightarrow F \\ \rightarrow H \\ \rightarrow C \end{array}$

এক্ষেত্রে কার্বনের সাথে F এবং H বসানোর পর ফাঁকা হাতে Cl বসাতে হবে।



∴ সংকেত হবে CF_2Cl_2

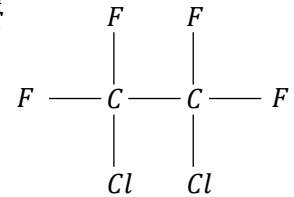
উল্লেখ্য যে, CFC এর ক্ষেত্রে সর্বদা কার্বনের যোজনী চার হবে এবং সর্বদা single bond এ থাকবে।

CFC – 114 এর সংকেত নির্ণয়ের ক্ষেত্রে,

$$\begin{array}{r} CFC - 14 \\ +90 \\ \hline 204 \end{array}$$

$\begin{array}{l} \rightarrow F \\ \rightarrow H \\ \rightarrow C \end{array}$

এক্ষেত্রে কার্বনের সাথে F এবং H বসানোর পর ফাঁকা হাতে Cl বসাতে হবে।



∴ সংকেত হবে $C_2F_4Cl_2$

সংকেত হতে CFC এর নামকরণ:

এক্ষেত্রে, C, H, F এর পরমাণু সংখ্যা পাশাপাশি লিখে যে সংখ্যা পাওয়া যায় তা থেকে 90 বিয়োগ করে প্রাপ্ত

$$C = 2$$

সংখ্যা দ্বারাই CFC এর নাম নির্ধারিত হবে। যেমন: $C_2F_2Cl_4$ এক্ষেত্রে পরমাণু সংখ্যা, $H = 0$ ∴ $202 -$

$$F = 2$$

$90 = 112$ অর্থাৎ যৌগটি হলো CFC – 112

CFCs গুলোর রাসায়নিক সংকেত থেকে **IUPAC** সংকেত নির্ধারণ কর।

(i) CCl_2F_2 (ii) $C_2Cl_2F_4$ (iii) $C_2Cl_3F_3$ (iv) $C_2Cl_4F_2$ (v) C_2Cl_5F

সমাধানঃ

রাসায়নিক সংকেত	IUPAC সংকেত
(i) CCl_2F_2	(i) $CFC - 012$
(ii) $C_2Cl_2F_4$	(ii) $CFC - 114$
(iii) $C_2Cl_3F_3$	(iii) $CFC - 113$
(iv) $C_2Cl_4F_2$	(iv) $CFC - 112$
(v) C_2Cl_5F	(v) $CFC - 111$

CFCs গুলোর **IUPAC** সংকেত থেকে রাসায়নিক সংকেত নির্ধারণ কর।

(i) $CFC - 012$ (ii) $CFC - 113$ (iii) $CFC - 115$ (iv) $CFC - 114$
(v) $CFC - 112$ (vi) $CFC - 013$

সমাধানঃ

IUPAC সংকেত	রাসায়নিক সংকেত
(i) $CFC - 012$	(i) CCl_2F_2
(ii) $CFC - 113$	(ii) $C_2Cl_3F_3$
(iii) $CFC - 115$	(iii) C_2ClF_5
(iv) $CFC - 114$	(iv) $C_2Cl_2F_4$
(v) $CFC - 112$	(v) $C_2Cl_4F_2$
(vi) $CFC - 013$	(vi) $CClF_3$

প্রতি একক সময়ে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার হ্রাস অথবা প্রতি একক সময়ে উৎপাদের ঘনমাত্রার বৃদ্ধির হারকে বিক্রিয়ার হার বলা হয়।

অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার = প্রতি একক সময়ে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার হ্রাস = $-\frac{dc}{dt}$

অথবা বিক্রিয়ার হার = প্রতি একক সময়ে উৎপাদের ঘনমাত্রার বৃদ্ধি = $+\frac{dx}{dt}$

$aA + bB \rightarrow mM + nN$ এরূপ সাধারণ বিক্রিয়ায়-

$$\text{বিক্রিয়ার হার} = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{m} \frac{d[M]}{dt} = \frac{1}{n} \frac{d[N]}{dt}$$

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI \text{ বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে, হার} = -\frac{d[H_2]}{dt} = -\frac{d[I_2]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[HI]}{dt}$$

$$2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g) \text{ বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে, হার} = -\frac{\Delta[NO_2]}{2\Delta t} = \frac{\Delta[NO]}{2\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

$$4NH_3 + SO_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O \text{ বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে, হার} = -\frac{\Delta[NH_3]}{4\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{5\Delta t} = \frac{\Delta[NO]}{4\Delta t} = \frac{\Delta[H_2O]}{6\Delta t}$$

যদি ঘনমাত্রাকে molL^{-1} এবং সময়কে sec এ প্রকাশ করা হয় তবে বিক্রিয়ার হারের একক $\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$.

বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক:

কোন বিক্রিয়ার প্রতিটি বিক্রিয়ক এর ঘনমাত্রা একক হলে তখন বিক্রিয়ার হারকে বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক (k) বলে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পায়। তাই বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের মানও বৃদ্ধি পায়। একই তাপমাত্রায় বিভিন্ন বিক্রিয়কের জন্য k এর মান বিভিন্ন হয়।

মনে রাখবে: ঋণাত্মক চিহ্নের তাৎপর্য:

প্রথম (i) সমীকরণে ঋণাত্মক চিহ্নটি নির্দেশ করে যে সময়ের সাথে বিক্রিয়ক পদার্থের ঘনমাত্রা হ্রাস পায়, বিক্রিয়ার গতি বা হার ঋণাত্মক হয় না। বিক্রিয়ার হারকে ধনাত্মক রাশি হিসেবে পাওয়ার জন্য প্রথম বিক্রিয়ার হারের রাশিগুলোর ডানদিকে $-ve$ চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।

বিক্রিয়ার হার = A - এর হ্রাসের হার = B - এর বৃদ্ধির হার

$$= -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

বিক্রিয়ার ক্রম (Order of Reaction)

Practical/ Experiment থেকে নির্ধারণ করা হয় কোন বিক্রিয়ার ক্রম। ক্রম বলতে বুঝায় বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার কোন ঘাতের সমানুপাতিক।

** RDS \rightarrow Rate Determining Step এর উপর বিক্রিয়ার ক্রম নির্ভর করে।

$$\rightarrow \text{N.B: rate} = \frac{-d[A]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[B]}{dt}$$

$A + 2B \rightleftharpoons \text{Product} \rightarrow A$ ও B এর ঘনমাত্রা বাড়ালে (2 গুণ করলে) বিক্রিয়ার হার কী Change হবে?

\Rightarrow বলা সম্ভব নয়। কারণ, ক্রম দেয়া নেই। তখন বিক্রিয়ার হার সমীকরণ দেখে বলতে হয়।

Experiment থেকে প্রাপ্ত

ধরি, eqn \rightarrow rate = $K[A]$ সুতরাং,

এখন, $[A]$ দ্বিগুণ করলে হার ২গুণ হবে কিন্তু B যতগুণই করা হোক না কেন হার Change হবে না

আবার, rate = $K[A]^2 \rightarrow A \rightarrow 2$ গুণ করলে,
rate $\rightarrow 4$ গুণ হবে।

\therefore rate = $K[A]^x[B]^y$ হলে, বিক্রিয়ার ক্রমঃ

A এর সাপেক্ষে $\rightarrow x$, B এর সাপেক্ষে $\rightarrow y$

\therefore মোট ক্রম = $x + y$

* যে বিক্রিয়া বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার উপর করে না তাকে শূন্য ক্রম বিক্রিয়া বলে। \rightarrow rate = $K[A]^0[B]^0$

$$\therefore \text{rate} = K$$

$$\text{rate} = \frac{d[A]}{dt} = K \text{ হবে}$$

\rightarrow বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI \rightarrow \text{rate} = K[H_2][I_2]$ বিক্রিয়ার ক্রম কত?

\Rightarrow মোট ক্রম = $(1 + 1) = 2$

(Ans.)

বিক্রিয়ার গড় বেগ বা হার এবং হার ধ্রুবক সংক্রান্ত

$A \rightarrow B$ বিক্রিয়াটিতে A এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা 0.275 molL^{-1} এবং বিক্রিয়া শুরু হওয়ার 5 মিনিট 20 সেকেন্ড পরে A - এর ঘনমাত্রা হ্রাস পেয়ে 0.125 molL^{-1} হলো। এ সময়ে গড় বিক্রিয়ার হার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\begin{aligned} \text{গড় বিক্রিয়ার হার} &= \frac{A\text{-এর ঘনমাত্রার পরিবর্তন}}{\text{ঘনমাত্রা পরিবর্তনের জন্য প্রয়োজনীয় সময়}} = -\frac{\Delta A}{\Delta t} \\ &= -\frac{[A_2] - [A_1]}{\Delta t} = -\frac{0.125 - 0.275}{320} = 4.6875 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

\therefore গড় বিক্রিয়ার হার $4.6875 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$



এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যদি 6 সেকেন্ডে NO_2 এর ঘনমাত্রা $3.0 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$ বৃদ্ধি পায়, তবে গড় বিক্রিয়ার হার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\begin{aligned} \text{বিক্রিয়ার হার} &= +\frac{1}{4} \frac{[NO_2]}{\Delta t} \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{3.0 \times 10^{-3}}{6} \\ &= 1.25 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1} \end{aligned} \quad \left[\begin{array}{l} [NO_2] = NO_2 \text{ এর ঘনমাত্রা} = 3 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1} \\ \Delta t = \text{সময়ের ব্যবধান} = 6\text{s} \end{array} \right]$$

$3X \rightarrow 2Y + Z$ বিক্রিয়াটি আবদ্ধ পাত্রে সংঘটিত হয়। X - এর বিয়োজনের হার $7.2 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$ হলে Y ও Z এর উৎপাদনের হার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ



এক্ষেত্রে দেখা যায় $3 \text{ mol } X$ বিক্রিয়ক বিয়োজিত হয়ে $2 \text{ mol } Y$ উৎপন্ন করে। দেওয়া আছে X এর বিয়োজনের হার $= 7.2 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$

$$\therefore \text{বিক্রিয়ক } X \text{ এর বিক্রিয়ার হার} = -\frac{1}{n} \times \frac{[\Delta X]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \times \frac{7.2 \times 10^{-2}}{1} = -2.4 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$$

এখানে (-) চিহ্ন A বিক্রিয়কের বিয়োজনের ফলে ঘনমাত্রার হ্রাসকে প্রকাশ করে থাকে।

∴ বিয়োজন বিক্রিয়া হতে দেখা যায় 3 mol X বিয়োজনের ক্ষেত্রে 2 mol Y উৎপন্ন হয়।

∴ উৎপাদ Y এর উৎপাদনের হার = $2 \times 2.4 \times 10^{-2} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

আবার উৎপাদ 2 mol Y উৎপাদনের পাশাপাশি উৎপাদ Z উৎপন্ন হয় 1 mol

∴ উৎপাদ Z এর উৎপাদনের হার = $\frac{4.8 \times 10^{-2}}{2} = 2.4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

∴ Y এর উৎপাদনের হার $4.8 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ এবং Z এর উৎপাদনের হার $2.4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

অ্যামোনিয়া অক্সিজেনের সাথে নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী বিক্রিয়া করে।

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; কোনো মুহূর্তে অ্যামোনিয়া $0.24 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ হারে বিক্রিয়া করলে বিক্রিয়াটির হার সমীকরণটি লিখ এবং $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ উৎপাদনের হার বাহির কর।

[BUET '17-18]

সমাধানঃ

বিক্রিয়াটিঃ $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$;

বিক্রিয়ার হার সমীকরণঃ বিক্রিয়ার হার = $\frac{-1}{4} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} = \frac{1}{6} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}$

দেওয়া আছে $\frac{-\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = 0.24$, $\frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = ?$

সমীকরণ থেকে পাই, $\frac{-1}{4} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = \frac{1}{6} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}$

$\Rightarrow \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = \frac{6}{4} \left(\frac{-\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} \right) = \frac{6}{4} \times 0.24 = 0.36 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

(Ans.)

$\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$ বিক্রিয়াটি একটি 0.250 L এর পাত্রে সম্পন্ন করা হলো। 0.01s এ Br_2 এর পরিমাণের পরিবর্তন -0.001 mol হলে বিক্রিয়াটির হার নির্ণয় কর।

[BUET '14-15]

সমাধানঃ

বিক্রিয়ার হার = $-\frac{dc}{dt} = -\left(-\frac{0.001}{0.25 \times 0.1}\right) \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = 0.4 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

(Ans.)

Q:	প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা			Rate
	A	B	C	
১।	0.01	0.02	0.005	1.4×10^{-6}
২।	0.01	0.01	0.005	7×10^{-7}
৩।	0.02	0.02	0.005	1.4×10^{-6}
৪।	0.02	0.02	0.015	4.2×10^{-6}

বিক্রিয়ার ক্রম, হার, হার সমীকরণ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

১। \rightarrow ২। \rightarrow B অর্ধেক \therefore rate $\rightarrow \frac{1}{2}$ হয়
 $\rightarrow \therefore$ B এর সাপেক্ষে ক্রম 1

৩। \rightarrow A 2 গুণ \rightarrow rate same
 $\rightarrow \therefore$ A এর সাপেক্ষে ক্রম 0

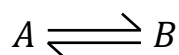
৪। C \rightarrow 3 গুণ \rightarrow rate 3 গুণ
 \therefore C এর সাপেক্ষে ক্রম 1

rate = $K[A]^0[B]^1[C]^1 \rightarrow \therefore$ ক্রম = (1 + 1) = 2

\therefore rate = $K[B][C]$
 (Note: molL^{-1} is indicated above B and C with arrows)

$\therefore K = \frac{\text{rate}}{[B][C]} = \frac{1.4 \times 10^{-6}}{0.02 \times 0.005} = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$

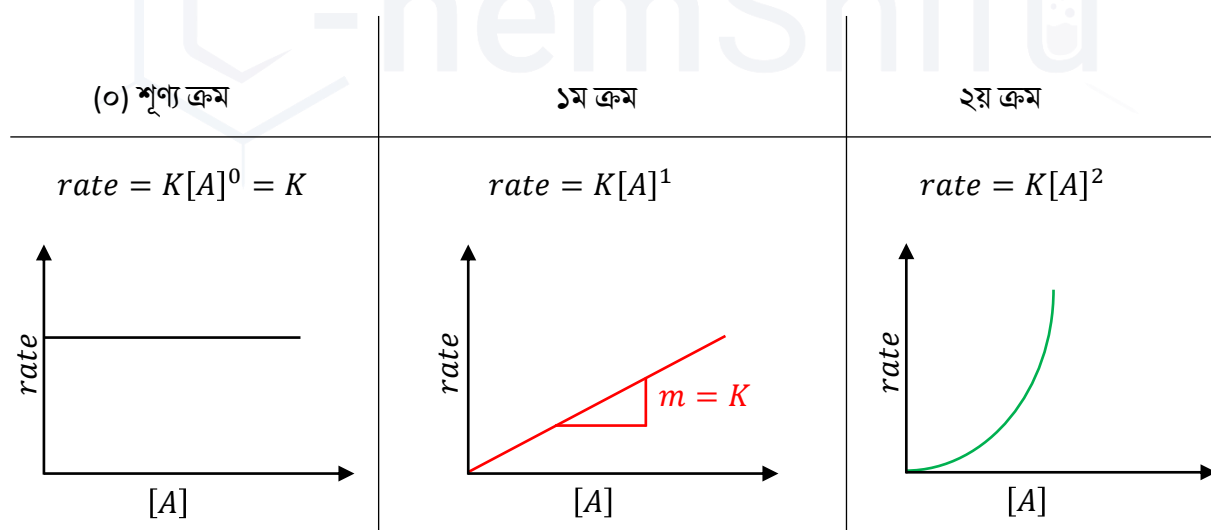
হার ধ্রুবকের এককঃ



১। $rate = K$ ∴ শূণ্য ক্রম → $K \rightarrow molL^{-1}s^{-1}$

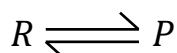
২। $rate = K[A]$ ∴ ১ম ক্রম → $K \rightarrow \frac{molL^{-1}s^{-1}}{molL^{-1}} = s^{-1}$

৩। $rate = K[A]^3$ ∴ ২য় ক্রম → $K \rightarrow \frac{molL^{-1}s^{-1}}{(molL^{-1})^2} = mol^{-1}Ls^{-1}$



বিভিন্ন ক্রমের বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক নির্ণয়

১। শূন্য ক্রমঃ



(t = 0) প্রারম্ভেঃ	a		0
(t = t) সাম্যেঃ	a - x		x
পরিবর্তনঃ	-x		+x

$$\therefore -\frac{dx}{dt} \propto [R]^0 \quad [\because \text{শূন্য ক্রম বিক্রিয়া}]$$

$$\therefore -\frac{dx}{dt} = K$$

$$\Rightarrow -\int_a^{a-x} dx = K \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow -[x]_a^{a-x} = K[t]_0^t$$

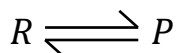
$$\Rightarrow -[x]_a^{a-x} = K[t]_0^t$$

$$\Rightarrow x = Kt$$

$$\therefore K = \frac{x}{t} \rightarrow \text{হার ধ্রুবক}$$

K এর একক $\rightarrow \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$

২। ১ম ক্রমঃ



(t = 0) প্রারম্ভেঃ	a		0
(t = t) সাম্যেঃ	a - x		x
পরিবর্তনঃ	-x		+x

$$\therefore -\frac{dx}{dt} \propto [R]^1 \quad [\therefore 1\text{ম ক্রম বিক্রিয়া}]$$

$$\Rightarrow -\frac{dx}{dt} = K[R]$$

$$\Rightarrow -\frac{dx}{[R]} = K dt$$

$$\Rightarrow -\int_a^{a-x} \frac{dx}{x} = K \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow -[\ln x]_a^{a-x} = Kt$$

$$\Rightarrow -[\ln(a-x) - \ln(a)] = Kt$$

$$\Rightarrow \ln \frac{a}{a-x} = Kt$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$$

$$\rightarrow \text{unit: } s^{-1}$$

Alt form:

a → C₀ ও a - x কে C ধরে,

$$\ln \left(\frac{C_0}{C} \right) = Kt$$

$$\Rightarrow \frac{C_0}{C} = e^{Kt}$$

$$\therefore C = C_0 e^{-Kt} \rightarrow K \rightarrow \text{হার ধ্রুবক}$$

৩। ২য় ক্রমঃ

$$\begin{aligned} \therefore -\frac{dx}{dt} &\propto [R]^2 \\ \Rightarrow -\frac{dx}{[R]^2} &= Kdt \\ \Rightarrow -\int_a^{a-x} \frac{dx}{x^2} &= K \int_0^t dt \\ \Rightarrow -\left[\frac{1}{x}\right]_a^{a-x} &= Kt \\ \Rightarrow -\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{a-x}\right] &= Kt \\ \Rightarrow K &= \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)} \end{aligned}$$

$\rightarrow \text{unit: mol}^{-1}\text{Ls}^{-1}$

অর্ধায়ুঃ

\rightarrow ১ম ক্রম Reaction- এ used mostly
 $\rightarrow t_{\frac{1}{2}}$ দ্বারা প্রকাশিত

১ম ক্রম বিক্রিয়ায়ঃ

$$K = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x} = \frac{1}{t_{\frac{1}{2}}} \ln \frac{a}{\frac{a}{2}} = \frac{1}{t_{\frac{1}{2}}} \ln 2$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{K} = \frac{0.693}{K} \rightarrow \text{for 1st order reaction}$$

N.B: ১ম ক্রম বিক্রিয়ায় অর্ধায়ু ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে না তথা ধ্রুবক।

২য় ক্রমের অর্ধায়ুঃ

$$K = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{a(a-x)}$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{t_1} \cdot \frac{\frac{a}{2}}{a\left(a - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1}{t_1} \cdot \frac{1}{a}$$

$$\therefore t_1 = \frac{1}{aK}$$

$$\therefore t_1 \propto \frac{1}{a}$$

$$\therefore \text{অর্ধায়ু} \propto \frac{1}{\text{প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা}}$$

শূণ্য ক্রমের অর্ধায়ুঃ

$$K = \frac{x}{t}$$

$$\Rightarrow K = \frac{\frac{a}{2}}{t_1}$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{a}{2K}$$

$$\therefore t_1 \propto a$$

$$\therefore \text{অর্ধায়ু} \propto a$$

১ম ক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু 15 min । প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা 0.8 molL^{-1} হলে, কত সময় পর ঘনমাত্রা 0.1 molL^{-1} হবে?

সমাধানঃ

$t = 0$	0.8	}	$t = 45 \text{ min}$ লাগবে
$t = 15$	0.4		
$t = 30$	0.2		
$t = 45$	0.1		

Alternative:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{K} \Rightarrow K = \frac{0.693}{15} = \frac{0.693}{\ln(2)}$$

আবার, $K = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x} \Rightarrow t = \frac{1}{K} \cdot \ln \frac{0.8}{0.1} = \frac{15}{\ln(2)} \cdot \ln(2^3) = 45 \text{ min}$

Alternative:

$$C = C_0 e^{-kt} \Rightarrow \ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt \Rightarrow -\ln\left(\frac{1}{8}\right) = \frac{\ln(2)}{15} t$$

$$\Rightarrow \frac{\ln 8}{\ln 2} \times 15 = t \therefore t = 45 \text{ min}$$

১ম ক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু 5min। 20min পর ঘনমাত্রা কত? [প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা = 1.2M]

সমাধান:

$$t = 0 \longrightarrow 1.2$$

$$t = 5 \longrightarrow 0.6$$

$$t = 10 \longrightarrow 0.3$$

$$t = 15 \longrightarrow 0.15$$

$$t = 20 \longrightarrow 0.075 \text{ (Ans)}$$

$$\begin{aligned} C &= C_0 e^{-kt} \\ \Rightarrow C &= 1.2 e^{-k \times 20} \\ \Rightarrow C &= 0.075M \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{\ln 2}{t^{1/2}} \\ &= 0.1386 \end{aligned}$$

প্রাচীন সভ্যতার পুতুলের তেজস্ক্রিয়তার মান 12cpmg^{-1} পাওয়া গেল। পুতুলটির তেজস্ক্রিয়তার মান ছিল 20cpmg^{-1} । প্রাচীন সভ্যতার সময়কাল নির্ণয় কর। [C এর অর্ধায়ু 5600 বছর]

সমাধান:

$$k = \frac{\ln(2)}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln(2)}{5600}$$

$$\Rightarrow C = C_0 e^{-kt} \Rightarrow \ln\left(\frac{12}{20}\right) = -kt \Rightarrow t = 4127 \text{ বছর}$$

Trick: তেজস্ক্রিয়তা \rightarrow
1st order Reaction

[BUET '10-11]

$R_1 \rightleftharpoons P_1$; $t_{\frac{1}{2}} = 20 \text{ min}$; প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা 1M

$R_2 \rightleftharpoons P_2$; $t_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ min}$; প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা 4M

কতক্ষণ পর ২টি বিক্রিয়ার বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা সমান হবে?

একটি ২য় ক্রম সাসায়নিক বিক্রিয়া। কোন নির্দিষ্ট সময়ে বিক্রিয়ার হার প্রারম্ভিক হারের ভাগ। এই সময়ে কত শতাংশ সম্পূর্ণ হয়েছে?

[SUST '15-16]

(a) 16

(b) 25

(c) 50

(d) 75

(e) 80

Solve:

ধরি, বিক্রিয়ার প্রারম্ভে, বিক্রিয়ার হার $\frac{dx_1}{dt}$ এবং বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা = a_1

এখন নির্দিষ্ট সময় পর বিক্রিয়ার হার $\frac{dx_2}{dt}$ এবং অবশিষ্ট বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা = a_2

তাহলে, দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া হওয়ায়, $\frac{dx_2}{dt} = ka_2^2$ এবং $\frac{dx_1}{dt} = ka_1^2$ এখানে, k বিক্রিয়াটির হার ধ্রুবক।

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{\frac{dx_2}{dt}}{\frac{dx_1}{dt}} = \frac{1}{16} \quad \therefore a_2 = \frac{a_1}{4}$$

সুতরাং ঐ নির্দিষ্ট সময় পর, প্রাথমিক বিক্রিয়কের $\frac{1}{4}$ অংশ অবশিষ্ট রয়েছে সুতরাং, বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করেছে, প্রাথমিক বিক্রিয়কের $(1 - \frac{1}{4}) = \frac{3}{4}$ অংশ। অর্থাৎ, $(\frac{3}{4} \times 100) \% = 75\%$ বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়েছে।

একটি মাত্র বিক্রিয়কবিশিষ্ট একটি দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়ার বিক্রিয়কের প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা যখন $0.2M$ তখন এর অর্ধায়ু 10 সেকেন্ড হয়। প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা $0.1M$ হলে অর্ধায়ু কত হবে?

সমাধানঃ

$$\text{অর্ধায়ু, } t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k \times a}; a = 0.2M \text{ হলে } t_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ sec হয়। } \therefore k = \frac{1}{t_{\frac{1}{2}} \times a} = \frac{1}{10 \times 0.2} = 0.5 \text{ mol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$$

$$a = 0.1M \text{ হলে, } t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k \times a} = \frac{1}{0.5 \times 0.1} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ s (Ans) [ঘনমাত্রা অর্ধেক হয়েছে, তাই অর্ধায়ু দ্বিগুণ হবে]}$$

একটি প্রথম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু ($t_{\frac{1}{2}}$) 15 ঘন্টা। 50 ঘন্টা শেষে বিক্রিয়কের কত অংশ অবিক্রিত থাকবে?

সমাধানঃ

$$\text{প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, } t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k} \Rightarrow k = \frac{0.693}{15 \text{ h}} = 0.0462 \text{ h}^{-1}$$

$$\therefore k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C_t} \Rightarrow C_t = C_0 e^{-kt} \Rightarrow C_t = C_0 e^{-(0.0426 \times 50)} \Rightarrow C_t = C_0 \times 0.01 \therefore \frac{C_t}{C_0} = 0.01$$

\therefore এক দশমাংশ অবিক্রিত থাকবে।

একটি প্রথম বিক্রিয়ার 15% সম্পন্ন হয় 20 মিনিটে। বিক্রিয়াটির অর্ধায়ু এবং 60% সম্পন্ন হতে যত সময় লাগে তা নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}; \text{ বিক্রিয়াটির প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা } a \text{ হলে } 20 \text{ মিনিট পর } x = 0.15a$$

$$\therefore k = \frac{1}{20} \ln \frac{a}{a-0.15a} = 8.125946 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1} \therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k} = 85.3 \text{ min (প্রায়) (Ans)}$$

$$\text{বিক্রিয়া } 60\% \text{ সম্পন্ন হলে } x = 0.6a \therefore t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a-x} = \frac{1}{8.125946 \times 10^{-3}} \ln \frac{a}{a-0.6a} = 112.7611 \text{ min (প্রায়) (Ans)}$$

একটি প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু 10min হলে, ঐ বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক কত?

[DU13-14]

(a) $0.693 \times 10^{-2}\text{min}^{-1}$

(b) $69.3 \times 10^{-2}\text{min}^{-1}$

(c) $6.93 \times 10^{-2}\text{min}^{-1}$

(d) $0.0693 \times 10^{-2}\text{min}^{-1}$

Solve: $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k} \therefore k = \frac{\ln(2)}{t_{\frac{1}{2}}} = 0.0693\text{min}^{-1} = 6.93 \times 10^{-2}\text{min}^{-1}(\text{Ans})$

$A \rightarrow B$ একটি প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার কোন লেখচিত্রটি সরলরৈখিক হবে?

[DU13-14]

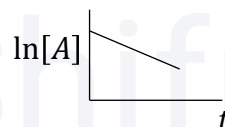
(a) $[A]$ Vs. Time

(b) $\ln[A]$ Vs. Time

(c) $1/[A]^2$ Vs. Time

(d) $1/[A]$ Vs. Time

Solve: $\ln[A] = -kt + \ln[A_0](y = mx + c)$

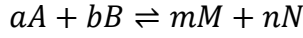


প্রথম ক্রম ও দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়ার তুলনাঃ

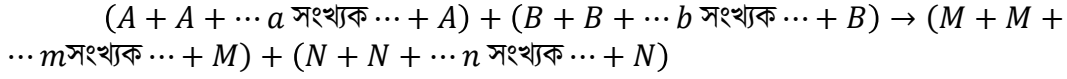
বিষয়বস্তু	প্রথম ক্রম বিক্রিয়া	দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া
(i) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক, k :	(i) $k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{(a-x)} = \frac{2.303}{t} \times \log \frac{a}{(a-x)}$	(i) $k = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{ax(a-x)}$ বা, $\frac{1}{(a-x)} = kt + \frac{1}{a}$
(ii) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের একক:	(ii) সময় ⁻¹ যেমন s^{-1}, min^{-1}	(ii) ঘনমাত্রা ⁻¹ সময় ⁻¹ যেমন, $\text{Lmol}^{-1}\text{s}^{-1}$
(iii) অর্ধায়ু, $t_{\frac{1}{2}}$	(iii) ঘনমাত্রার প্রাথমিক মানের উপর নির্ভর করে না। $t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k}$	(iii) ঘনমাত্রার প্রাথমিক মানের ব্যস্তানুপাতিক। $t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k} \times \frac{1}{a}$
(iv) সময়ের সাথে ঘনমাত্রা পরিবর্তন:	(iv) t এর সাথে $\log \frac{a}{(a-x)}$ সরল রৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়।	(iv) t এর সাথে $\frac{1}{(a-x)}$ সরল রৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়।

ভরক্রিয়া সূত্র

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট মুহূর্তে রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার, সেই মুহূর্তে উপস্থিত বিক্রিয়ক পদার্থগুলোর প্রতিটির সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক। যেমনঃ



সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার জন্য,



বিক্রিয়ার হার, $r_f \propto C_A$ এবং $r_f \propto C_B$

$$\therefore r_f \propto C_A(a \text{ সংখ্যকে}) \cdot C_A * C_B \cdot C_B(b \text{ সংখ্যকে})C_B$$

$$r_f \propto (C_A)^a(C_B)^b \therefore r_f = k_1(C_A)^a(C_B)^b$$

এখানে, k_1 = সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক।

পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$r_b \propto (C_M)^m(C_N)^n$$

$$r_b = k_2(C_M)^m(C_N)^n \quad k_2 = \text{পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক।}$$

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$r_f = r_b \quad k_1(C_A)^a(C_B)^b = k_2(C_M)^m(C_N)^n$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{(C_M)^m(C_N)^n}{(C_A)^a(C_B)^b}$$

উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার এবং পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হারের অনুপাতকেই সাম্যধ্রুবক বলা হয়।

$$k = \frac{k_1}{k_2} = \frac{(C_M)^m(C_N)^n}{(C_A)^a(C_B)^b}$$

সক্রিয়ভরকে ঘনমাত্রা দ্বারা প্রকাশ করলে সাম্যধ্রুবক হয় K_c

$$K_c = \frac{[M]^m[N]^n}{[A]^a[B]^b}$$

সক্রিয়ভরকে চাপ দ্বারা প্রকাশ করলে সাম্যধ্রুবক হয় K_p

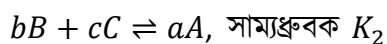
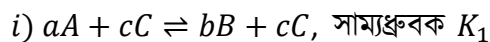
$$K_p = \frac{(P_M)^m(P_N)^n}{(P_A)^a(P_B)^b}$$

সাম্যধ্রুবকের মান বিক্রিয়ার তাপমাত্রা ও বিক্রিয়ার সমীকরণের ওপর নির্ভরশীল।

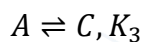
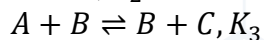
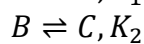
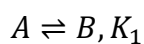
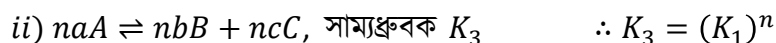
⇒ নির্দিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য সাম্যধ্রুবক কেবল তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল। এ সংক্রান্ত ভেন্ট হফের সমীকরণ হল,

$$\log k = -\frac{\Delta H}{2.303RT} + \text{ধ্রুবক}$$

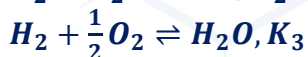
তাপমাত্রা স্থির থাকলে,



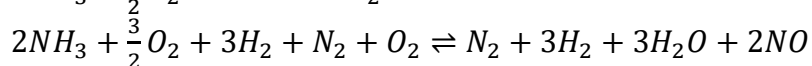
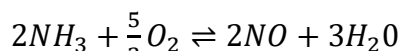
$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$



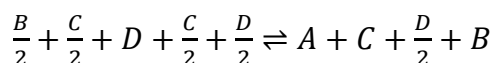
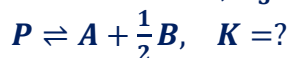
$$K_3 = K_1 \times K_2$$



2 mol NH_3 এর জারণ বিক্রিয়ার সাহায্যে NO প্রস্তুতির বিক্রিয়াটির সুস্থিতি ধ্রুবক হলঃ-



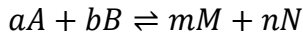
$$\therefore K = \frac{1}{K_1} \cdot K_3^3 \cdot K_2$$



$$\therefore K = \frac{1}{\sqrt{k_1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{k_2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{k_3}} = \frac{1}{20}$$

বিক্রিয়া কোশেন্টঃ

উভমুখী বিক্রিয়ার যেকোনো মুহূর্তের উৎপাদের সক্রিয় ভরের যথাযথ গুণফল এবং বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের যথাযথ ঘাতসহ গুণফলের অনুপাতকে বিক্রিয়া কোশেন্ট বলা হয়।



$$Q_c = \frac{[M]^m [N]^n}{[A]^a [B]^b}$$

$$Q_p = \frac{P_M^m P_N^n}{P_A^a P_B^b}$$

গতিবেগ বেশি এবং বিক্রিয়া ডান থেকে বাম দিকে সরে যায়। অর্থাৎ-

- (i) যখন $Q_c = K_c$, উভমুখী বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়েছে। এ সময়ে নিট বিক্রিয়ার মান শূন্য হয়।
- (ii) যখন $Q_c < K_c$, উভমুখী বিক্রিয়াটি বাম থেকে ডান দিকে অগ্রসর হয়। এ সময়ে বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয়।
- (iii) যখন $Q_c > K_c$, উভমুখী বিক্রিয়াটি ডান থেকে বাম দিকে অগ্রসর হয়। এ সময়ে উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়।

বিয়োজন মাত্রাঃ

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।

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

এটি একটি ভগ্নাংশ সংখ্যা। এ ভগ্নাংশ সংখ্যাকে 100 দ্বারা গুণ করে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়। যেমন কোনো একটি উপাদানের 20mol পরিমাণকে নিয়ে বিয়োজিত করার পর বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থা

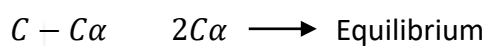
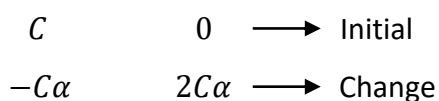
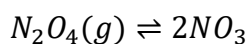
$$\text{অর্জিত হলে বিয়োজন মাত্রা, } \alpha = \frac{5}{20} = 0.25$$

$$\text{শতকরা হারে প্রকাশ করলে, } 0.25 \times 100 = 25\%$$

K_p ও K_c রাশিমালা নির্ণয়

N₂O₄ এর বিয়োজনঃ

ধরি, N₂O₄ এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা C, বিয়োজন মাত্রা α, আয়তন V এবং চাপ P



$$[N_2O_4] = \frac{C - C\alpha}{V} \quad [NO_2] = \frac{2C\alpha}{V}$$

$$\therefore K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{4C\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

$$P_{N_2O_4} = \frac{C - C\alpha}{C - C\alpha + 2C\alpha} \times P = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} p \quad P_{NO_2} = \frac{2C\alpha}{C - C\alpha + 2C\alpha} \times P = \frac{2\alpha}{1 + \alpha} p$$

$$\therefore K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{4\alpha^2}{1 - \alpha^2} P$$

নিম্নের প্রতিটি বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্যধ্রুবক, K_p এর রাশিমালা উপস্থাপন করা হলো-

সমীকরণ	বিক্রিয়ক	সাম্যাবস্থা	উৎপাদ	K_p
(i)	$2SO_2(g) + O_2(g)$	\rightleftharpoons	$2SO_3(g)$	$K_p = \frac{[P_{SO_3}]^2}{[P_{SO_2}]^2 \times [P_{O_2}]}$
(ii)	$4NH_3(g) + 5O_2(g)$	\rightleftharpoons	$4NO(g) + 6H_2O(g)$	$K_p = \frac{[P_{NO}]^4 \times [P_{H_2O}]^6}{[P_{NH_3}]^2 \times [P_{O_2}]^5}$
(iii)	$2NO(g) + Cl_2(g)$	\rightleftharpoons	$2NOCl(g)$	$K_p = \frac{[P_{NOCl}]^2}{[P_{NO}]^2 \times [P_{Cl_2}]}$
(iv)	$CS_2(g) + 4H_2(g)$	\rightleftharpoons	$CH_4(g) + 2H_2S(g)$	$K_p = \frac{[P_{CH_4}] \times [P_{H_2S}]^2}{[P_{CS_2}] \times [P_{H_2}]^4}$
(v)	$4HCl(g) + O_2(g)$	\rightleftharpoons	$2H_2O(g) + 2Cl_2(g)$	$K_p = \frac{[P_{H_2O}]^2 \times [P_{Cl_2}]^2}{[P_{HCl}]^4 \times [P_{O_2}]}$
(vi)	$CO(g) + 2H_2(g)$	\rightleftharpoons	$CH_3OH(g)$	$K_p = \frac{[P_{CH_3OH}]}{[P_{CO}] \times [P_{H_2}]^2}$
(vii)	$2C_2H_4(g) + O_2(g)$	\rightleftharpoons	$2CH_3 - CHO(g)$	$K_p = \frac{[P_{CH_3-CHO}]^2}{[P_{C_2H_4}]^2 \times [P_{O_2}]}$

চিন্তা করে উত্তর দাও

১। উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের মান বিক্রিয়কের প্রাথমিক ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে না কেন?

উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের মান বিক্রিয়কের প্রাথমিক ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে না। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতিটি উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্যধ্রুবকের মান নির্দিষ্ট। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের মান বিক্রিয়কের প্রাথমিক ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে না। উভমুখী বিক্রিয়া যখন সাম্যাবস্থায় উপনীত হয় তখন সম্মুখ বিক্রিয়ার হার এবং পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার সমান হয়। সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের মোলার ঘনমাত্রার পরিবর্তন ও উৎপাদের মোলার ঘনমাত্রার পরিবর্তন অভিন্ন হয়। এটি কখনোই বিক্রিয়কের প্রাথমিক ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে না।

২। একটি আবদ্ধ পাত্রে $A + B \rightleftharpoons C + D$ সাম্যাবিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে $1 \text{ mol } A$ ও $1 \text{ mol } B$ এর মধ্যে দীর্ঘ সময় বিক্রিয়া ঘটলে কখনোই $1 \text{ mol } C$ ও $1 \text{ mol } D$ উৎপন্ন হয় নয়া কেন?

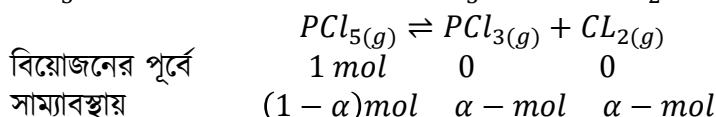
উভমুখী বিক্রিয়ার সমিকরণটি- $A + B \rightleftharpoons C + D$

এ সাম্যাবিক্রিয়ার ক্ষেত্রে $1 \text{ mol } A$ ও $1 \text{ mol } B$ এর মধ্যে দীর্ঘ সময় বিক্রিয়া ঘটলেও কোনো অবস্থাতেই $1 \text{ mol } C$ ও $1 \text{ mol } D$ উৎপন্ন করা সম্ভব হয় না। কারণ উভমুখী বিক্রিয়া উভয় দিক থেকেই শুরু হয়। বিক্রিয়কের শতভাগ উৎপাদে অথবা উৎপাদের শতভাগ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না। উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সম্মুখীবর্তী বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার সময় পারিপার্শ্বিক অবস্থার সাথে যে পরিবর্তন ঘটে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার সময়ও একই মানের পরিবর্তন ঘটে। বিক্রিয়া অসম্পূর্ণভাবে সম্পন্ন হয় এবং এক সময়ে সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়। সাম্যাবস্থায় সম্মুখ বিক্রিয়ার হার ও পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার সমান হয়। এ কারণে $1 \text{ mol } C$ ও $1 \text{ mol } D$ উৎপন্ন করা সম্ভব হয় না।

250°C তাপমাত্রায় 10 L আয়তনের একটি পাত্রে 1 mol PCl₅ কে নিয়ে বিয়োজিত করা হলো। সাম্য ধ্রুবক, K = 0.041 হলে ঐ বিক্রিয়ায় কত মোল Cl₂ উৎপন্ন হয়েছিল?

সমাধানঃ

মনে করি, α-মোল PCl₅ এর বিয়োজনের পর উভমুখী বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়েছিল। α-মোল PCl₅ এর বিয়োজনের ফলে α-মোল PCl₃ ও α-মোল Cl₂ উৎপন্ন হয়।



∴ 10 l আয়তনের আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে উৎপন্ন α - mol Cl₂, α - mol PCl₃ ও অতিরিক্ত অবিয়োজিত (1 - α) mol PCl₅ অবস্থান করে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করেছে।

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } Cl_2 \text{ এর ঘনমাত্রা } [Cl_2] = \frac{\alpha}{10} \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } PCl_3 \text{ এর ঘনমাত্রা } [PCl_3] = \frac{\alpha}{10} \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } PCl_5 \text{ এর ঘনমাত্রা } [PCl_5] = \frac{1-\alpha}{10} \text{ molL}^{-1}$$

$$\text{উপর্যুক্ত বিয়োজনের ক্ষেত্রে সাম্য ধ্রুবক, } K_c = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$\Rightarrow 0.041 = \frac{\left(\frac{\alpha}{10}\right) \times \left(\frac{\alpha}{10}\right)}{\left(\frac{1-\alpha}{10}\right)} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)} \times \frac{1}{10}$$

$$\Rightarrow 0.041 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)} \times \frac{1}{10} \Rightarrow \alpha^2 = 0.41(1 - \alpha)$$

$$\Rightarrow \alpha^2 + 0.41\alpha - 0.41 = 0$$

$$\therefore \alpha = \frac{-0.41 \pm \sqrt{(0.41)^2 - 4 \times 1 \times (-0.41)}}{2 \times 1} = \frac{-0.41 \pm 1.344656}{2}$$

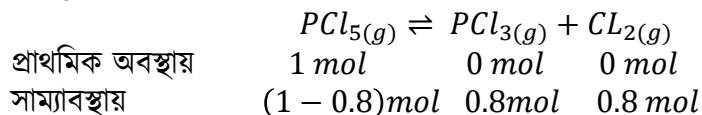
হয়, α = 0.4763 না হয় α = -0.8773। এক্ষেত্রে ঋণাত্মক মান গ্রহণযোগ্য নয়।

∴ উৎপন্ন Cl₂ এর মোল সংখ্যা 0.4763 mol

250°C তাপমাত্রায় 10 L আয়তনের একটি পাত্রে PCl₅ এর 80% বিয়োজিত হয়। বিয়োজন বিক্রিয়ায় সাম্য ধ্রুবক নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

PCl₅ এর বিয়োজনের সমীকরণটি-



∴ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = (0.2 + 0.8 + 0.8) = 1.8 mol

∴ সাম্যাবস্থায় PCl₅ এর মোল ভগ্নাংশ $X_{PCl_5} = \frac{0.2}{1.8} = 0.1111$

সাম্যাবস্থায় PCl₃ এর মোল ভগ্নাংশ $X_{PCl_3} = \frac{0.8}{1.8} = 0.4444$

সাম্যাবস্থায় Cl₂ এর মোল ভগ্নাংশ $X_{Cl_2} = \frac{0.8}{1.8} = 0.4444$

আমরা জানি, আংশিক চাপ = মোট চাপ × মোল ভগ্নাংশ

$$\text{সাম্য ধ্রুবক, } K_p = \frac{X_{PCl_3} \times X_{Cl_2}}{X_{PCl_5}} = \frac{1 \times 0.4444 \times 1 \times 0.4444}{1 \times 0.1111} = 1.77776 \text{ atm}$$

এখন, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

$$\therefore K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{1.7776}{(0.0821 \times 523)^1}$$

$$\therefore K_c = 4.1402 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$$

এখানে, $K_c = \text{সাম্য ধ্রুবক} = ?$

$R = \text{মোলার গ্যাস ধ্রুবক} = 0.0821 \text{ L atm mol K}^{-1}$

$$K_p = 1.77776 \text{ atm}$$

$$\Delta n = (2 - 1) = 1$$

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক, $K_p = 1.77776 \text{ atm}$ এবং $K_c = 4.1402 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$

37°C তাপমাত্রায় PCl_5 এর 10% বিয়োজিত হয়। সাম্যাবস্থায় মোট চাপ 100cm হলে K_c এর মান গণনা কর।

সমাধানঃ

PCl_5 এর বিয়োজনের সমীকরণটি, $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

এক মোল PCl_5 এর মধ্যে α -মোল PCl_5 এর বিয়োজনের পর উভমুখী বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়

ধরে নিয়ে সাম্য ধ্রুবক, $K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} P$

এখানে, $\alpha = \frac{10}{100} = 0.1$ এবং $P = 100cm = 1000mm(Hg) = \frac{1000}{760} atm$

$\therefore K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} P = \frac{(0.1)^2}{1-(0.1)^2} \times \frac{1000}{760} = 1.329 \times 10^{-2} atm$

K_p ও K_c এর সম্পর্ক হতে আমরা পাই, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

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

$\therefore K_c = \frac{1.329 \times 10^{-2}}{0.0821 \times 310} = 5.222 \times 10^{-4} molL^{-1}$

এখানে, $R = 0.0821 L atm mol K^{-1}$

$K_p = 1.329 \times 10^{-2} atm$

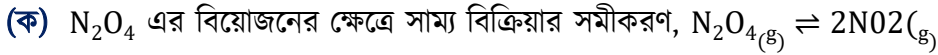
$\Delta n = (2 - 1) = 1$

$T = (37 + 273)K = 310K$

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক, $K_c = 5.222 \times 10^{-4} molL^{-1}$

27°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে একটি আবদ্ধ পাত্রে N₂O₄ কে বিয়োজিত করে NO₂ তে পরিণত করা হলো। N₂O₄ এর 20% বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করেছিল। (ক) এ বিয়োজন K_p এর মান হিসাব কর। (খ) 27°C তাপমাত্রায় ও 0.1 atm চাপে N₂O₄ এর শতকরা কত ভাগ বিয়োজিত হতে পারবে নির্ণয় কর।

সমাধান:



এ সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায় 1 mol N₂O₄ বিয়োজিত হয়ে 2 mol NO₂ উৎপন্ন করে থাকে।

মনে করি, বিয়োজনের ঠিক পূর্বে 100 mol N₂O₄ নেওয়া হয়েছিল এবং এর মধ্যে হতে 20 mol NO₂ বিয়োজিত হয়ে 2 × 20 = 40 mol NO₂ উৎপন্ন করেছিল।

∴ সাম্যাবস্থায় অবিয়োজিত N₂O₄ = (100 – 20) = 80 mol.

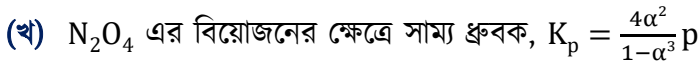
∴ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = (80 + 40) = 120 mol.

∴ সাম্যাবস্থায় N₂O₄ এর আংশিক চাপ, P_{N₂O₄} = 1 × (80/120) = 0.6667 atm.

∴ সাম্যাবস্থায় NO₂ এর আংশিক চাপ, P_{NO₂} = 1 × (40/120) = 0.3333 atm.

∴ সাম্যাক্ষ, K_p = $\frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$ = $\frac{(0.3333)^2}{0.6667}$ = 0.166665 atm.

∴ সাম্যাক্ষ ধ্রুবক K_p এর মান 0.166665 atm.



∴ K_p = $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^3}$ p

বা, 0.16665 = $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^3}$ × 0.1

বা, $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^3}$ = 1.6665

বা, 4α = 1.6665 – 1.6665 α²

বা, 5.6665 α² = 1.6665

এখানে,

K_p = সাম্য ধ্রুবক = 0.166665 atm.

P = সাম্য মিশ্রণের চাপ = 0.1 atm.

α = বিয়োজিত N₂O₄ এর পরিমাণ = ?

$$\therefore \alpha = 5423$$

\therefore শতকরা হারে N_2O_2 এর বিয়োজনের পরিমাণ 54.23 ভাগ।

$\therefore N_2O_2$ এর 54.23% বিয়োজিত হয়।

50 g H_2 ও 1500 g I_2 কে একটি আবদ্ধ পাত্রে $450^\circ C$ তাপমাত্রা উত্তপ্ত করে 1280 g HI উৎপন্ন করা হলো। সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

H_2 ও I_2 এর বিক্রিয়ায় HI উৎপাদনের ক্ষেত্রে সাম্য বিক্রিয়া সমীকরণ : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

এ সাম্য বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্য ধ্রুবক, $K_c = \frac{[HI]_2}{[H_2] \times [I_2]}$

50 g H_2 সাম্য এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা = $\frac{50}{2} = 25 \text{ mol}$.

1500 g I_2 সাম্য এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা = $\frac{1500}{254} = 5.9055 \text{ mol}$.

1280 g HI সাম্য এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা = $\frac{1280}{128} = 10 \text{ mol}$.

সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায় 2mol HI উৎপন্ন করতে 1 mol ও 1 mol I_2 এর প্রয়োজন।

\therefore 10 mol HI উৎপন্ন করতে 5 mol H_2 ও mol I_2 এর প্রয়োজন।

\therefore সাম্যাবস্থা অবিকৃত H_2 এর মোল সংখ্যা = $(25 - 5) = 20 \text{ mol}$.

\therefore সাম্যাবস্থা অবিকৃত I_2 এর মোল সংখ্যা = $(5.9055 - 5) = 0.9055 \text{ mol}$.

ধরি আবদ্ধ পাত্রের আয়তন VL

\therefore VL আয়তনের আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে উৎপন্ন 10 mol HI অতিরিক্ত অবিকৃত 20 mol H_2 ও 0.9055 mol I_2 এর সাথে অবস্থান করে সাম্যধারা সৃষ্টি করেছে।

\therefore সাম্যাবস্থায় HI এর ঘনমাত্রা, $[HI] = \frac{10}{V} \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় H_2 এর ঘনমাত্রা, $[H_2] = \frac{20}{V} \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় I_2 এর ঘনমাত্রা, $[I_2] = \frac{0.9055}{V} \text{ mol L}^{-1}$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক } K_c = \frac{[\text{HI}]_2}{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{10}{V}\right)^2}{\left(\frac{10}{V}\right) \times \left(\frac{0.9055}{V}\right)} = 5.5218$$

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান 5.5218

1 g H_2 ও 46 g I_2 কে 450°C তাপমাত্রা উত্তপ্ত করে HI প্রস্তুত করা হলো। সাম্য মিশ্রণে 1.9 g I_2 অবশিষ্ট থাকলে সাম্য ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

H_2 ও I_2 এর বিক্রিয়ায় HI উৎপাদনের ক্ষেত্রে সাম্য বিক্রিয়া সমীকরণ : $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$

বিক্রিয়ায় শুরুতে I_2 এর পরিমাণ 46g এবং বিক্রিয়ার শেষে অবশিষ্ট I_2 এর পরিমাণ 1.9 g

\therefore বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী I_2 এর পরিমাণ $(46 - 1.9) = 44.1$ g.

\therefore 44.1 g I_2 এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা $= \frac{44.1}{254} = 0.17362$ mol.

\therefore 1.9 g I_2 এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা $= \frac{1.9}{254} = 7.4803 \times 10^{-3}$ mol.

\therefore 1 g H_2 এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা $= \frac{1}{2} = 0.5$ mol.

সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায় 1 mol H_2 ও 1 mol I_2 বিক্রিয়া করে 2 mol HI উৎপন্ন করে থাকে।

\therefore 0.17362 mol H_2 , 0.17362 mol I_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে 0.34724 mol HI উৎপন্ন করে থাকে।

\therefore সাম্যাবস্থায় অবিকৃত H_2 এর মোল $= (0.5 - 0.17362) = 0.32638$ mol

ধরি আবদ্ধ পাত্রের আয়তন VL

\therefore VL আয়তনের আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে উৎপন্ন 0.34724 mol HI, অতিরিক্ত অবিকৃত 0.32638 mol H_2 ও 4803×10^{-3} mol I_2 এর সাথে আবদ্ধ পাত্রে অবস্থান করে সাম্যাধারা সৃষ্টি করেছে।

\therefore সাম্যাবস্থায় HI এর ঘনমাত্রা, $[\text{HI}] = \frac{0.34724}{V} \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় H_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{H}_2] = \frac{0.32638}{V} \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় I_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{I}_2] = \frac{7.4803}{V} \text{ mol L}^{-1}$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক } K_c = \frac{[\text{HI}]_2}{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{0.34724}{V}\right)^2}{\left(\frac{0.32638}{V}\right) \times \left(\frac{7.4803 \times 10^{-3}}{V}\right)} = 49.3875$$

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান 49.3875

450°C তাপমাত্রায় H_2 ও I_2 এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে HI উৎপন্ন করা হলো। H_2 ও I_2 এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা 2.55 mol L^{-1} এবং ধ্রুবকের মান 550 হলে সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদকের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধান:

H_2 ও I_2 এর বিক্রিয়ায় HI উৎপাদনের ক্ষেত্রে সাম্য বিক্রিয়া সমীকরণ : $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$

মনে করি, এ সাম্য বিক্রিয়াতে $2x \text{ mol HI}$ উৎপন্ন হওয়ার পর বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়েছিল।

সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, $2x \text{ mol HI}$ উৎপন্ন করতে $x \text{ mol H}_2$ ও $x \text{ mol I}_2$ এর প্রয়োজন।

\therefore সাম্যাবস্থায় HI এর ঘনমাত্রা, $[\text{HI}] = 2x \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় H_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{H}_2] = (2.55 - x) \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যাবস্থায় I_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{I}_2] = (2.55 - x) \text{ mol L}^{-1}$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক } K_c = \frac{[\text{HI}]_2}{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]}$$

$$\text{বা, } 550 = \frac{(2x)^2}{(2.55-x) \times (2.55-x)} = \frac{4x^2}{6.5025 - 5.1x + x^2}$$

$$\text{বা, } 137.5 = \frac{x^2}{x^2 - 5.1x + 6.5025}$$

$$\text{বা, } 137.5x^2 - 701.25x + 894.09375 - x^2 = 0$$

$$\text{বা, } 136.5x^2 - 701.25x + 894.09375 - x^2 = 0$$

$$\therefore x = \frac{+701.25 \pm \sqrt{(-701.25)^2 - 4 \times 136.5 \times 894.09375}}{2 \times 136.5} = \frac{701.25 - 59.8028}{2 \times 136.5} = 2.3496 \text{ mol L}^{-1}$$

(এখানে - চিহ্নকে গণনা ধরা হয়।)

\therefore বর্তমানে H_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{H}_2] = (2.55 - 2.3496) = 0.2003 \text{ mol L}^{-1}$

\therefore বর্তমানে I_2 এর ঘনমাত্রা, $[\text{I}_2] = (2.55 - 2.3496) = 0.2003 \text{ mol L}^{-1}$

এবং HI এর ঘনমাত্রা , $[HI] = (2 \times 2.3496) = 4.6992 \text{ mol L}^{-1}$

∴ সাম্যাবস্থায় H_2 এর ঘনমাত্রা , $[H_2] = 0.2003 \text{ mol L}^{-1}$; I_2 এর ঘনমাত্রা $[I_2] = 0.2003 \text{ mol L}^{-1}$ HI এর ঘনমাত্রা $[HI] = 4.6692 \text{ mol L}^{-1}$

∴ $[H_2] = [I_2] = 0.2 \text{ mol L}^{-1}$, $[HI] = 4.70 \text{ mol L}^{-1}$

500°C তাপমাত্রায় ও **200 atm** চাপে N_2 ও H_2 এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে NH_3 উৎপাদন করা হলো।

$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$ সাম্যাবস্থায় 25 mol% NH_3 বর্তমান। সাম্য ধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের মধ্যে 25% NH_3 বর্তমান।

∴ প্রতি 100ml সাম্য মিশ্রণের মধ্যে NH_3 এর পরিমাণ 25 mol .

∴ সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের মধ্যে N_2 ও H_2 এর পরিমাণ $(100 - 25) = 75 \text{ mol}$.

সাম্য বিক্রিয়ার সমীকরণটি $\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$

∴ সাম্য মিশ্রণে N_2 ও H_2 এর সামগ্রিক মোল সংখ্যা $= \frac{1}{2} + \frac{3}{2} + \frac{4}{2} = 2 \text{ mol}$.

∴ সাম্য মিশ্রণে N_2 এর মোল ভগ্নাংশ $= \frac{1}{4}$

∴ সাম্য মিশ্রণে H_2 এর মোল ভগ্নাংশ $= \frac{3}{4}$

∴ সাম্য মিশ্রণে N_2 এর মোল সংখ্যা $= 75 \times \frac{1}{4} = 18.75 \text{ mol}$.

সাম্য মিশ্রণে H_2 এর মোল সংখ্যা $= 75 \times \frac{3}{4} = 56.25 \text{ mol}$.

∴ সাম্যাবস্থায় N_2 এর আংশিক চাপ , $P_{N_2} = 200 \times \frac{18.75}{100} = 37.5 \text{ atm}$

∴ সাম্যাবস্থায় H_2 এর আংশিক চাপ , $P_{H_2} = 200 \times \frac{56.25}{100} = 112.5 \text{ atm}$

∴ সাম্যাবস্থায় NH_3 এর আংশিক চাপ , $P_{NH_3} = 200 \times \frac{25}{100} = 50 \text{ atm}$

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান $5.9399 \times 10^2 \text{ Lmol}^{-1}$

27°C তাপমাত্রা ও 16.5 atm চাপে NH₃ গ্যাসকে একটি বদ্ধ সিলিন্ডারে রেখে 327°C তাপমাত্রায় তা বিয়োজিত হলো। $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ সাম্যবস্থায় পাত্রের গ্যাসের চাপ বেড়ে দাঁড়ায় 45.5 atm বিক্রিয়াটি সাম্যবস্থায় পৌঁছাতে NH₃ এর শতকরা কত ভাগ বিয়োজিত হয়েছিল?

সমাধান:

মনে করি, 327°C তাপমাত্রায় যদি NH₃ বিয়োজিত না হয় তবে তার চাপ P₂

বয়েল ও চার্লসের সমন্বয় সূত্র হতে আমরা পাই - $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

একই পাত্রের কারণে V₁ = V₂

$$\therefore \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\therefore P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{16.5 \times 600}{300} = 33 \text{ atm}$$

এখানে,

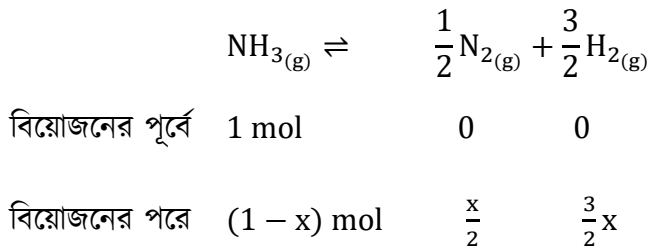
$$P_1 = \text{প্রাথমিক চাপ} = 16.5 \text{ atm}$$

$$T_1 = \text{প্রাথমিক তাপমাত্রা} = (27 + 273)\text{K} = 300\text{K}$$

$$T_2 = \text{শেষ তাপমাত্রা} = (327 + 273)\text{K} = 600\text{K}$$

$$P_2 = \text{শেষ চাপ} = ?$$

ধরি, প্রাথমিক অবস্থায় 1 mol NH₃ বিক্রিয়া করে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে যদি x মোল বিয়োজিত হয় তবে বিয়োজনের পর সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যার পরিমাণ নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী -



$$\therefore \text{বিয়োজনের পর মোট মোল সংখ্যার পরিমাণ} = \left(1 - x + \frac{x}{2} + \frac{3x}{2}\right) = (1 + x) \text{ mol} .$$

আমরা জানি, গ্যাসের চাপ উহার মোল সংখ্যার সমানুপাতিক।

$$\therefore \frac{1}{1+x} = \frac{33}{45.5}$$

$$\therefore 1 + x = \frac{45.5}{33} = 1.378787$$

$$\therefore x = 0.378787$$

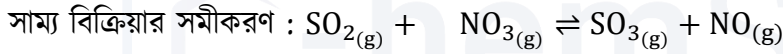
অর্থাৎ 1 mol NH₃ এর মধ্যে বিয়োজিত হয় 0.378787 mol .

\therefore NH₃ এর বিয়োজনের শতকরা পরিমাণ = 0.378787 100 = 37.8787 ভাগ

সুতরাং NH₃ বিয়োজিত হয়েছিল 37.8787%

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় $\text{SO}_{2(g)} + \text{NO}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(g)} + \text{NO}_{(g)}$ বিক্রিয়ার সাম্য ধ্রুবক 25। যদি বিক্রিয়ার শুরুতে একটি 1 L পাত্রে প্রতিটি গ্যাসের পরিমাণ 1.0 mol নেওয়া হয় তবে সাম্যাবস্থায় NO₂ ও NO এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর ।

সমাধান:



প্রাথমিক অবস্থায় ,mol : 1.0 1.0 1.0 1.0

সাম্যাবস্থায় ,mol : (1 - x) (1 - x) (1 - x) (1 - x)

এক্ষেত্রে x mol SO₂, x mol NO₂ এর সাথে বিক্রিয়া করে x mol SO₃ ও x mol NO উৎপন্ন করে থাকে।

\therefore 1 L আয়তনের আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে উৎপাদ (1 + x) mol SO₃ ও (1 + x) mol অতিরিক্ত বিক্রিয়ক (1 - x) mol SO₂ ও (1 - x) mol NO₂ এর সাথে অবস্থান করে সাম্যধারা সৃষ্টি করেছে।

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় SO}_3 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [\text{SO}_3] = (1 + x) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় NO এর ঘনমাত্রা, } [\text{NO}] = (1 + x) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় SO}_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [\text{SO}_2] = (1 - x) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় NO}_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [\text{NO}_2] = (1 - x) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক, } K_c = \frac{[\text{SO}_3] \times [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \times [\text{NO}_2]} = \frac{(1+x) \times (1+x)}{(1-x) \times (1-x)}$$

$$\text{বা, } 25 = \frac{1+2x+x^2}{1-2x+x^2}$$

$$\text{বা, } 25x^2 - 50x + 25 = x^2 + 2x + 1$$

$$\text{বা, } 25x^2 - x^2 - 50x - 2x + 25 - 1 = 0$$

$$\text{বা, } 25x^2 - 52x + 24 = 0$$

$$\therefore x = 0.66667$$

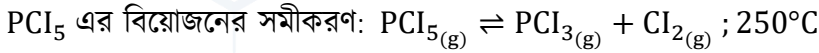
$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় NO এর ঘনমাত্রা, (NO)} = (1 - x) = (1 - 0.6667) = 0.33333 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় NO}_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, (NO}_2) = (1 + x) = (1 + 0.6667) = 1.66667 \text{ mol L}^{-1}$$

সুতরাং সাম্যাবস্থায় NO₂ এর ঘনমাত্রা 1.66667 mol L⁻¹ এবং এর ঘনমাত্রা 0.33333 mol L⁻¹

2L আয়তনের একটি আবদ্ধ পাত্রে মধ্যে $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol PCI}_5$ কে নিয়ে 250°C বিয়োজিত করা হলো। $\text{PCI}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCI}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$; 250°C তাপমাত্রায় K_c এর মান $4.15 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ হলে সাম্যাবস্থায় মোট চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান:



$$\text{এর বিয়োজনের ক্ষেত্রে সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{\alpha^2}{(a-\alpha)V}$$

$$\therefore K_c = \frac{\alpha^2}{(a-\alpha)V}$$

$$\Rightarrow 4.5 \times 10^{-2} = \frac{\alpha^2}{(0.01-\alpha) \times 2}$$

$$\Rightarrow \alpha^2 + 0.083\alpha - 8.3 \times 10^{-4} = 0$$

এখানে,

$$K_c = \text{সাম্যধ্রুবক} = 4.5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$a = \text{PCI}_5 \text{ এর প্রাথমিক অবস্থায় মোল সংখ্যা} =$$

$$1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V = \text{পাত্রে আয়তন} = 2 \text{ L}$$

$$\alpha = \text{PCI}_5 \text{ এর বিয়োজিত মোল সংখ্যা} = ?$$

$$\therefore \alpha = \frac{-0.083 \pm \sqrt{(0.083)^2 - 4 \times 1 \times (-8.3 \times 10^{-4})}}{2 \times 1} = \frac{-0.083 + 0.101039596}{2} = 9.0198 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \alpha = 9.019 \times 10^{-3}$$

এখানে সাম্যধ্রুবক K_p ও K_c এর সম্পর্ক থেকে আমরা পাই,

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 4.15 \times 10^{-2} (0.821 \times 523)^1 = 1.7819 \text{ atm.}$$

$$\text{পুনরায়, } K_p = \frac{\alpha^2}{(a^2 - \alpha)} \times P$$

$$\Rightarrow 1.7819 = \frac{(9.019 \times 10^{-3})^2}{(0.01)^2 - (9.019 \times 10^{-3})^2} \times P$$

$$\therefore P = 0.4083 \text{ atm}$$

∴ সাম্যাবস্থায় মোট চাপ 0.4083 atm

শিল্পে CH_3OH উৎপাদনের সমীকরণটি: $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$

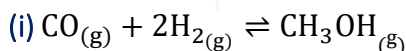
225° তাপমাত্রায় 1 L আয়তনের শূন্য পাত্রের মধ্যে

0.10 mol CO, 0.10 mol H₂ ও 0.02 mol CH₃OH এর মিশ্রণকে নেওয়া হলো

(i) বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় অর্জিত হতে হলে বিক্রিয়ার দিক নির্ধারণ কর। ($K_c = 10.5$)

(ii) সাম্যাবস্থায় পাত্রের মধ্যে CH_3OH ও H_2 এর মোল হ্রাস/বৃদ্ধি নির্ধারণ কর।

সমাধান:

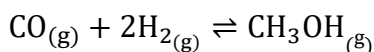


$$\text{এ সাম্যাবিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক, } Q_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \times [\text{H}_2]^2} = \frac{0.02}{0.10 \times (0.10)^2} = 20$$

সাম্য বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক, $K_c = 10.5$; এ মান অপেক্ষা ছোট। অর্থাৎ $K_c < Q_c$

সুতরাং সাম্যবিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে উৎপাদ বিক্রিয়াকে পরিবর্তিত হবে। সাম্যবিক্রিয়াটি বাম দিকে সরে যাবে।

(ii) মনে করি, x mol CH_3OH বিয়োজিত করে উৎপন্ন করে।



100 L আয়তনের পাত্রের মধ্যে 1 mol N₂ ও 3 mol PCI₅ নিয়ে 227°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলো। সাম্যাবস্থায় মোট চাপ 2.0524 atm গ্যাসগুলো আদর্শ আচরণ করে ধরে নিয়ে PCI₅ এর শতকরা বিয়োজনের পরিমাণ এবং সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান গণনা কর।

সমাধান:

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ থেকে আমরা জানি ,
PV = nRT

$$\therefore PV = nRT$$

$$\Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{2.0525 \times 100}{0.0821 \times 500} = 5.0 \text{ mol}$$

$$\therefore n = 5.0 \text{ mol}$$

এখানে,

$$n = \text{সাম্যাবস্থায় মোট চাপ} = 2.0524 \text{ atm}$$

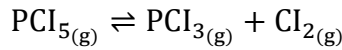
$$v = \text{মোট আয়তন} = 100 \text{ L}$$

$$R = \text{মোলার গ্যাস ধ্রুবক} =$$

$$0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T = (227 + 273) \text{ K} = 500 \text{ K}$$

পাত্রের 5 mol এর মধ্যে 1 mol N₂ এবং অবশিষ্ট 4 mol PCI₅ উহার বিয়োজিত উপাদানের মোল সংখ্যা।



প্রাথমিক অবস্থায়: 3 0 0

সাম্যাবস্থায় অবস্থায়: (3 - α) mol α mol α mol

প্রশ্নানুসারে (3 - α + α + α) = 4

$$\Rightarrow (3 + \alpha) = 4$$

$$\therefore \alpha = 4 - 3 = 1$$

শতকরায় বিয়োজনের পরিমাণ = $\frac{1 \times 100}{3} = 33.33$

∴ 33.33% PCI₅ বিয়োজিত হয়েছিল।

সাম্যধ্রুবক K_p = $\frac{\alpha^2}{a^2 - \alpha^2} P = \frac{1^2}{(3)^2 - 1^2} \times 2.0525 = 0.25666 \text{ atm}$

∴ সাম্যধ্রুবক, K_p = 0.2566 atm

4.5 m³ আয়তনের শূন্য পাত্রের মধ্যে 6.2 g কঠিন NH₄HS রেখে 37°C তাপমাত্রা উত্তপ্ত করা হলো। ফলে উৎপাদনের 30% বিয়োজিত হয়ে NH_{3(g)} ও H₂S(g) উৎপন্ন করে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করেছিল।

- (i) 37°C তাপমাত্রায় এ বিয়োজনের ক্ষেত্রে সাম্য ধ্রুবক K_p ও K_cএর মান নির্ণয় কর।
(ii) পাত্রের মধ্যে অতিরিক্ত 1.5g NH₄HS যোগ করা হয় তবে সেক্ষেত্রে বিয়োজন সাম্যাবস্থার কী পরিবর্তন ঘটবে।

সমাধান:

NH₄HS বিয়োজনের ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থার সমীকরণটি : NH₄HS_(s) ⇌ NH_{3(g)} + H₂S(g)

NH₄HS এর আণুমানিক ভর = 51 g mol L⁻¹

∴ 6.12 g NH₄HS এর মধ্যে মোল সংখ্যা = $\frac{6.12}{51} = 0.12 \text{ mol}$

সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, 1 mol NH₄HS_(s) বিয়োজিত হয়ে 1 mol NH_{3(g)} ও 1 mol H₂S(g) উৎপন্ন করে থাকে। এখন বিক্রিয়ক NH₄HS ও 30% বিয়োজিত হয় সাম্যাবস্থায় পৃথক পৃথকভাবে NH_{3(g)} ও H₂S(g) এর মোল সংখ্যা = $\frac{30 \times 0.12}{100} = 0.036$

∴ সাম্যাবস্থায় NH₃ এর ঘনমাত্রা, [NH₃] = $\frac{0.036}{4.5} = 8.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

∴ সাম্যাবস্থায় H₂S এর ঘনমাত্রা, [H₂S] = $\frac{0.036}{4.5} = 8.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

সাম্যবিয়োজনের ক্ষেত্রে সাম্য ধ্রুবক, K_c = $\frac{[NH_3] \times [H_2S]}{[NH_4HS]}$

কিন্তু এক্ষেত্রে NH₄HS এর ভৌত অবস্থা কঠিন থাকায়, [NH₄HS] = 1

∴ K_c = [NH₃] × [H₂S] = (8.0 × 10⁻³) × (8.0 × 10⁻³) = 6.4 × 10⁻⁵ mol² L⁻²

আমরা জানি, সাম্য ধ্রুবক, K_p = K_c(RT)^{Δn} = 6.4 × 10⁻⁵(0.0821 × 310)²

= 4.1456 × 10⁻² atm²

এখানে, $\Delta n = 2$

K_p এর একক নির্ধারণ:

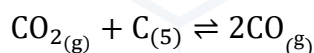
$$\begin{aligned} K_p &= K_c(RT)^{\Delta n} = \text{mol}^2 \text{L}^{-2} (\text{L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1} \times \text{K})^2 \\ &= \text{mol}^2 \text{L}^{-2} \times \text{L}^2 \times \text{atm}^2 \times \text{mol}^{-2} \\ &= \text{atm}^2 \end{aligned}$$

(ii) যেহেতু সাম্য ধ্রুবক বা এর রাশিমালার সমীকরণে কঠিন NH_4HS এর ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের কোন রাশি নেই, সেহেতু পাত্রের মধ্যে অতিরিক্ত কঠিন NH_4HS যোগ করলে সাম্যবস্থায় কোন পরিবর্তন ঘটবে না। কঠিন NH_4HS এর কোন রূপ বিয়োজনও ঘটবে না।

একটি বদ্ধ পাত্রের মধ্যে 800°C তাপমাত্রা ও 0.995 atm চাপে কিছু পরিমাণ CO_2 গ্রাস রক্ষিত আছে। এ পাত্রের মধ্যে কোক (C) চূর্ণ যোগ করার ফলে কিছু পরিমাণ CO_2 গ্যাস CO গ্যাসে পরিবর্তিত হলো। যদি স্থির তাপমাত্রা সাম্যাবস্থায় চাপ 1.255 atm হয় তবে সাম্য ধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

এক্ষেত্রে কোক (C) দ্বারা CO_2 গ্যাস বিজারিত হয়ে CO গ্যাস পরিণত হয়।



এ সাম্য বিক্রিয়া হতে দেখা যায় যে, $1 \text{ mol CO}_{2(g)}$ বিজারিত হয়ে $2 \text{ mol CO}_{(g)}$ উৎপন্ন করে। যদি এ বিজারণ প্রক্রিয়াতে $x \text{ mol CO}_2$ বিজারিত হয় তবে এক্ষেত্রে $2x \text{ mol CO}$ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে $\text{CO}_{2(g)}$ এর চাপ যদি $y \text{ atm}$ হ্রাস পায়, তবে এ প্রক্রিয়াতে উৎপন্ন $\text{CO}_{(g)}$ গ্যাসের কারণে চাপ $2y \text{ atm}$ বৃদ্ধি পাবে। কারণ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ মোল সংখ্যার সমানুপাতিক।

বিজারণের পর $\text{CO}_{2(g)}$ এর চাপ $(1.255 - y) \text{ atm}$ এবং CO এর চাপ $2y \text{ atm}$ ।

	$\text{CO}_{2(g)}$	+	$\text{C}_{(s)}$	\rightleftharpoons	$2\text{CO}_{(g)}$
প্রাথমিক অবস্থায় চাপ (atm)	0.995		0		0
সাম্যাবস্থায় চাপ (atm)	$(0.995 - y)$		0		$2y$

$$\therefore \text{সাম্য মিশ্রণের মোট চাপ} = (0.995 - y + 2y) = (0.995 + y) \text{ atm}$$

$$\therefore \text{প্রশ্নানুসারে } (0.995 + y) = 1.255$$

$$\therefore y = 0.26 \text{ atm.}$$

∴ সাম্যবস্থায় $\text{CO}_{2(g)}$ এর আংশিক চাপ, $P_{\text{CO}_2} = (0.995 - 0.26)\text{atm} = 0.735\text{ atm}$
 এবং $\text{CO}_{(g)}$ এর আংশিক চাপ, $P_{\text{CO}} = 2 \times 0.26 = 0.52\text{ atm}$

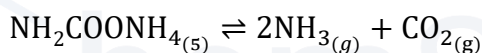
∴ সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{(P_{\text{CO}})^2}{(P_{\text{CO}_2})} = \frac{(0.52)^2}{(0.735)} = 0.36789\text{ atm}$

∴ সাম্যধ্রুবক, K_p এর মান 0.36789 atm

$\text{NH}_2\text{COONH}_{4(s)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)} + \text{CO}_{2(g)}; K_p = 8.0 \times 10^{-2}\text{atm}^3.$

যদি 1 mol বিক্রিয়াকে নিয়ে তাপে বিয়োজিত করা হয় তবে সাম্যবস্থায় মোট চাপ কত atm ?

সমাধান:



প্রাথমিক অবস্থায় মোল : 1 0 0

সাম্যবস্থায় মোল : $(1 - x)$ $2x$ x

সাম্যধারার মধ্যে শুধুমাত্র NH_3 ও CO_2 গ্যাসীয় অবস্থান করে।

∴ সাম্যবস্থায় NH_3 এর আংশিক চাপ, $[P_{\text{NH}_3}] = \frac{2x}{3x}P = \frac{2}{3}P\text{ atm}.$

∴ সাম্যবস্থায় CO_2 এর আংশিক চাপ, $[P_{\text{CO}_2}] = \frac{x}{3x}P = \frac{1}{3}P\text{ atm}.$

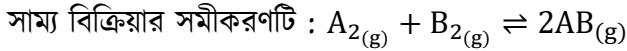
∴ সাম্যধ্রুবক, $K_p = [P_{\text{NH}_3}] \times [P_{\text{CO}_2}] = \left(\frac{2}{3}P\right)^2 \times \frac{1}{3}P = \frac{4}{27}P^3$

$$\Rightarrow 3.25 \times 10^{-2} = \frac{4}{27}P^3$$

∴ $P = 0.603\text{atm}$

$A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$; $100^\circ C$ তাপমাত্রায় এ সাম্যবিক্রিয়াটির সাম্যধুবক 50। এক মোল A_2 গ্যাস ধারণকারী 1 L ফ্লাস্কের সাথে দুই মোল B_2 গ্যাস ধারণকারী 2 L ফ্লাস্কের সংযোগ করে $100^\circ C$ তাপমাত্রায় AB উৎপন্ন করা হলো। সাম্যবস্থায় পাত্রে AB এর মোল সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান:



মনে করি সাম্যাবস্থায় AB এর মোল সংখ্যা $2x$

$2x$ mol AB উৎপন্ন করতে x mol A_2 ও x mol B_2 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } A_2 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (1 - x) \text{ mol}$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } B_2 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (2 - x) \text{ mol}$$

পাত্র দুটিকে সংযুক্ত করার পর মোট আয়তন = $(1 + 2)L$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } A_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [A_2] = \left(\frac{1-x}{3}\right) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } B_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [B_2] = \left(\frac{2-x}{3}\right) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় AB এর ঘনমাত্রা, } [AB] = \left(\frac{2x}{3}\right) \text{ mol L}^{-1}$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } K_c = \frac{[AB]^2}{[A_2] \times [B_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{3}\right)^2}{\left(\frac{1-x}{3}\right)\left(\frac{2-x}{3}\right)}$$

$$\Rightarrow 50 = \frac{(2x)^2}{(1-x)(2-x)} = \frac{4x^2}{2-3x+x^2}$$

$$\Rightarrow 50x^2 - 150x + 100 - 4x^2 = 0$$

$$\Rightarrow 46x^2 - 150x + 100 = 0$$

$$\therefore x = 0.93 \text{ mol}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় পাত্রে AB এর মোল সংখ্যা} = 2x =$$

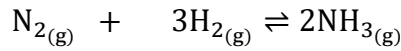
$$2 \times 0.93 = 1.86 \text{ mol}$$

500°C তাপমাত্রায় ও 9 atm চাপে 1 mol N₂ ও 3 mol H₂ এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে NH₃ উৎপাদন করা হলো। সাম্যমিশ্রণে NH₃ মোল ভগ্নাংশ 0.014 হলে-

- (i) সাম্যধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় কর।
(ii) সাম্যমিশ্রণে NH₃ এর শতকরা পরিমাণ 10.5 মোল % বৃদ্ধি পেলে চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান:

(i)



প্রাথমিক অবস্থায় : 1 mol 3mol 0

সাম্যবস্থায় মোল : (1 - x) (3 - 3x) 2x

∴ সাম্যমিশ্রণে সামগ্রিক মোল সংখ্যা = (1 - x + 3 - 3x + 2x) = (4 - 2x)

∴ সাম্যমিশ্রণে NH₃ মোল ভগ্নাংশ = $\frac{2x}{4-2x} = 0.014$

$$\Rightarrow \frac{2x}{2-x} = 0.014$$

$$\therefore x = 0.0276$$

$$\therefore \text{সাম্যধ্রুবক, } K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2}) \times (P_{\text{H}_2})^3} = \frac{\left(\frac{2x}{(4-2x)}P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x}P\right) \times \left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3}$$

$$\Rightarrow K_p = \left(\frac{4x^2(4-2x)^2}{(1-x) \times 27(1-x)^3} \times \frac{1}{P^2}\right)$$

$$= \left(\frac{4 \times (0.0276)^2 (4 - 2 \times 0.0276)^2}{(1 - 0.0276) \times 27 (1 - 0.0276)^3} \times \frac{1}{81}\right) = 2.425 \times 10^{-5}$$

$$\therefore K_p = 2.425 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-2}$$

(ii) মনে করি, P চাপে NH₃ সাম্যমিশ্রণে % এর মোল বৃদ্ধি পেয়ে 10.5 হয়।

$$\therefore \frac{2x}{4-2x} = \frac{10.5}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{2-x} = \frac{10.5}{100}$$

$$\therefore x = 0.19$$

$$\therefore P^3 = 6713.8$$

$$\therefore P = 81.93 \text{ atm}$$

∴ চাপ 81.93 atm

0.5 atm চাপে একটি পাত্রে মধ্যে NH_3 গ্যাস রক্ষিত আছে। এ পাত্রে মধ্যে কিছু পরিমাণ কঠিন NH_4HS কে যোগ করা হলো।



সাম্যাবস্থার মান $K_p = 0.16$ হলে সাম্যাবস্থায় মোট চাপ নিণয় কর।

সমাধান:

প্রাথমিক অবস্থায় NH_3 এর চাপ 0.5 atm



প্রাথমিক অবস্থায় : 1 0.5atm 0

সাম্যাবস্থায় : (1 - x) (0.5 + x) x

$$\therefore K_p = P_{\text{NH}_3} \times P_{\text{H}_2\text{S}} = (x + 0.5)x = 0.16$$

$$\Rightarrow x^2 + 0.5x - 0.16 = 0$$

$$\therefore x = \frac{-0.5 \pm \sqrt{(0.5)^2 - 4 \times (-0.16)}}{2} = 0.2217 \text{ atm}$$

$$\therefore P_{\text{NH}_3} = (0.5 + 0.2217) = 0.7217 \text{ atm}$$

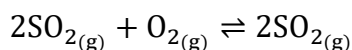
$$\therefore P_{\text{H}_2\text{S}} = 0.2217 \text{ atm}$$

$$\therefore P_{\text{মোট}} = P_{\text{NH}_3} + P_{\text{H}_2\text{S}} = (0.7217 + 0.2217) = 0.9434 \text{ atm}$$

একটি পাত্রে গ্যাস মিশ্রণে প্রাথমিক অবস্থায় 1 atm চাপে SO_3 ও 2 atm চাপে O_2 গ্যাস নিয়ে বিক্রিয়া ঘটানো হলো। $500^\circ C$ তাপমাত্রা সাম্যমিশ্রনে প্রতিটি গ্যাসের আংশিক চাপ নিগয় কর।



সমাধান:



প্রাথমিক অবস্থায় :	0	2	1
সাম্যবস্থায় :	2P	(2 + P)	(1 - 2P)

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_p = \frac{(P_{SO_3})^2}{(P_{SO_2})^2 \times (P_{O_2})} = \frac{(1-2P)^2}{(2P)^2 \times (2+P)}$$

এক্ষেত্রে চাপ P এর মান 2 এর তুলনায় খুবই ছোট। এজন্য $(2 + P) = 2$

$$\therefore 900 = \frac{(1-2P)^2}{2 \times (2P)^2}$$

$$\Rightarrow 1800 = \frac{(1-2P)^2}{(2P)^2}$$

$$\Rightarrow 42.426 = \frac{1-2P}{2P}$$

$$\Rightarrow 42.426 P = 1 - 2P$$

$$\Rightarrow 42.426 P = 1$$

$$\therefore P = \frac{1}{42.426} = \frac{1}{86.852} = \frac{1}{87} \text{ atm}$$

$$\therefore P_{SO_2} = 2P = \frac{2}{87} = 2.299 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

$$\therefore P_{O_2} = (2 + P) = \left(2 + \frac{1}{87}\right) = 2.0115 \text{ atm}$$

$$\therefore P_{SO_3} = (1 - 2P) = \left(1 - 2 \times \frac{1}{87}\right) = 0.977 \text{ atm}$$

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ এ সাম্য মিশ্রণের ক্ষেত্রে $500^{\circ}C$ তাপমাত্রায় 1 L আয়তনের পাত্রের মধ্যে যথাক্রমে 0.56, 0.16, ও 5.5 mol SO_2 , O_2 , SO_3 বর্তমান।

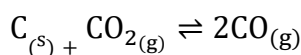
- 500°C তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক K_c ও K_p এর মান নির্ণয় কর।
- সাম্যধ্রুবক পাত্রের মধ্যে একই তাপমাত্রায় কত মোল O_2 যোগ করলে 5.9 mol SO_3 সাম্যমিশ্রণে উপস্থিত থাকবে ?



850°C তাপমাত্রায় 1 atm চাপে কঠিন কার্বনের সাথে CO ও CO₂ এর সাম্য মিশ্রণে ভর হিসেবে 85% CO বর্তমান।

$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ এ সাম্য বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্যধ্রুবক K_p এর মান গণনা কর।

সমাধান:



সাম্যবস্থায় পরিমাণ (g) :	15	85
সাম্যবস্থায় মোল সংখ্যা :	0.3409	3.036
সাম্যবস্থায় মোল ভগ্নাংশ :	0.1009	0.899
∴ আংশিক চাপ (atm):	0.1009	0.899

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_p = \frac{(P_{CO})^2}{(P_{CO_2})_2} = \frac{(0.899)^2}{0.1009} = 8.01 \text{ atm}$$

$$\text{এখানে, } \Delta n = (2 - 1) = 1$$

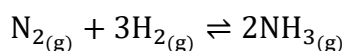
$$\therefore K_p = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)$$

$$\therefore K_C = \frac{K_p}{RT} = \frac{8.01}{0.0821 \times 1123} = 0.086877 \approx 8.688 \times 10^{-2}$$

$$\therefore K_C = 8.688 \times 10^{-2}$$

2 L আয়তনের পাত্রের মধ্যে 1 mol N_2 ও 3 mol H_2 কে নিয়ে NH_3 উৎপাদন করা হলো।
 $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$; সাম্যমিশ্রণকে প্রস্তুত করতে 500 mL 1 M HCl দ্রবণের প্রয়োজন
 হলে K_C এর মান গণনা কর।

সমাধান:



প্রাথমিক অবস্থায় : 1 mol 3 mol 0

সাম্যবস্থায় : (1 - x) (3 - 3x) 2x

উৎপন্ন NH_3 কে প্রস্তুত করতে HCl এর প্রয়োজন পড়ে।

$$\therefore 2x \text{ মোল } NH_3 = 500 \text{ mL } 1 \text{ M HCl} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\therefore x = 0.25 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{সাম্যবস্থায় } [N_2] = \left(\frac{1-x}{2}\right) = \frac{(1-0.25)}{2} = 0.375 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\therefore [H_2] = \left(\frac{3-3x}{2}\right) = \frac{(3-3 \times 0.25)}{2} = 1.125 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\therefore [NH_3] = \left(\frac{2x}{2}\right) = \frac{(2 \times 0.25)}{2} = 0.25 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\therefore [K_C] = \frac{[NH_3]}{[H_2] \times [N_2]} = \frac{(0.25)^2}{(0.375) \times (1.125)^3} = 0.117 \text{ mol L}^{-1}$$

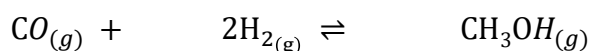
$$\therefore \text{সাম্যধ্রুবক মান } K_C = 0.117 \text{ mol L}^{-1}$$

5 L আয়তনের একটি আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে 0.2 mol CO গ্যাস, প্রয়োজনীয় H₂ গ্যাস ও প্রভাবক নিয়ে 327°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে CH₃ – OH_(g) প্রস্তুত করা হলো।

CO_(g) + 2H_{2(g)} ⇌ CH₃OH_(g); সাম্যাবস্থায় 0.1 mol CH₃ – OH বর্তমান এবং এ অবস্থায় চাপ 4.92 atm. সাম্যধ্রুবক K_P ও K_C এর মান গণনা কর।

সমাধান:

মনে করি বিক্রিয়ার শুরুতে n mol H₂ নেয়া হয়েছিল।



প্রাথমিক অবস্থায় : 0.2 mol n mol 0

সাম্যাবস্থায় : (0.2 – 0.1)mol (n – 0.2)mol 0.1 mol

0.1 mol CH₃ – OH উৎপন্ন করতে 0.1 mol CO ও 0.2 mol H₂ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ থেকে আমরা পাই, P_v = nRT

$$\therefore n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.92 \times 5}{0.821 \times 600} = 0.4994 \approx 0.5$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } H_2 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (n - 0.2)$$

$$= (0.5 - 0.2) = 0.3 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় CO এর মোল সংখ্যা} = (0.2 - 0.1) = 0.1 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় পাত্রের মধ্যে মোট মোল সংখ্যা} = (0.3 + 0.1 + 0.1) = 0.5 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায়, } P_{CO} = \frac{0.1}{0.5}P = \frac{P}{5}; P_{H_2} = \frac{0.3}{0.5}P = \frac{3P}{5}$$

$$\text{এবং } P_{CH_3OH} = \frac{0.1}{0.5}P = \frac{P}{5}$$

$$\therefore K_P = \frac{\frac{P}{5}}{\left(\frac{P}{5}\right) \times \left(\frac{3P}{5}\right)^2} = \frac{25}{9P^2} = \frac{25}{9 \times (4.92)^2} = 0.1148 \text{ atm}^{-2}$$

$$\therefore K_p = 0.1148 \text{ atm}^{-2}$$

পাত্রের আয়তন 5 L

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় CO এর ঘনমাত্রা, } [CO] = \frac{0.1}{5} M$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় H}_2 \text{ এর ঘনমাত্রা, } [H_2] = \frac{0.3}{5} M$$

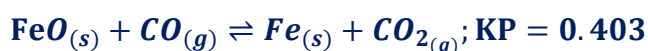
$$\text{সাম্যাবস্থায় CH}_3\text{OH এর ঘনমাত্রা, } [CH_3OH] = \frac{0.1}{5} M$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায়, } K_c = \frac{[CH_3OH]}{[CO] \times [H_2]^2}$$

$$= \frac{\left(\frac{0.1}{5}\right)}{\left(\frac{0.1}{5}\right) \times \left(\frac{0.3}{5}\right)^2} = 277.78 M^{-2}$$

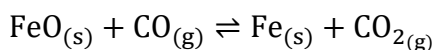
$$\therefore K_c = 277.78 M^{-2}$$

$$\therefore K_c = 0.1148 \text{ atm}^{-2} \text{ এবং } K_c = 277.78 M^{-2}$$



সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা $1000^\circ C$ ও চাপ 200 atm সাম্যাবস্থায় CO ও CO_2 এর চাপ কত ?

সমাধান:



$$1 - X \quad 1 - X \quad X \quad X$$

$$\Rightarrow P_{CO_2} = X \cdot P$$

$$\Rightarrow P_{CO} = (1 - X)P$$

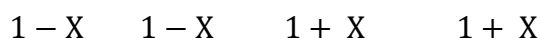
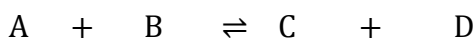
$$1 - X + X = 1$$

$$\Rightarrow \frac{X}{1 - X} = 0.403 \Rightarrow X = 0.287$$

$$\therefore P_{CO_2} = 57.45 \text{ atm} \quad P_{CO} = 142.55 \text{ atm}$$

$A + B \rightleftharpoons C + D$ এর সাম্যধ্রুবক 100, যদি প্রতিটি উপাদানের প্রারম্ভিক গাঢ়ত্ব 1M হয় সাম্যাবস্থায় D এর গাঢ়ত্ব কত ?

সমাধান:



$$\Rightarrow \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2} = 100 \Rightarrow X = 0.82$$

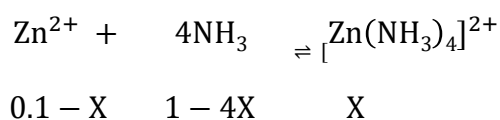
$$\therefore [D] = 1.82$$



প্রাথমিক অবস্থায় $[Zn^{2+}] = 0.1N$; $[NH_3] = 1M$

সাম্যাবস্থায় $[Zn^{2+}] = ?$

সমাধান:

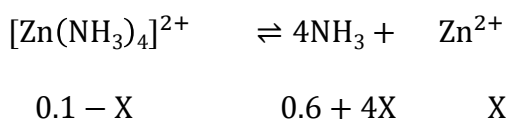


এ মতে, $X \rightarrow 0.1$

\therefore বিক্রিয়া শেষে $[Zn^{2+}] = 0$ $[NH_3] = 0.6$

$$[Zn(NH_3)_4]^{2+} = 0.1$$

K অনেক বড় হওয়ায় সম্পূর্ণ Zn^{2+} বিক্রিয়া করে ফেলে, অতঃপর বিপরীমুখী প্রক্রিয়ায় Zn^{2+} উৎপন্ন হয়



$$\therefore \frac{X \cdot (0.6 + 4X)^4}{0.1 - X} = \frac{1}{K_f} = \frac{1}{2.8 \times 10^9}$$

$$\therefore \frac{X \cdot (0.6)^4}{0.1} = \frac{1}{2.8 \times 10^9}$$

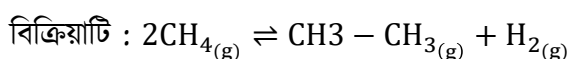
$$\therefore X = 2.76 \times 10^{-10}$$

$$\therefore [\text{Zn}^{2+}] = 2.76 \times 10^{-10}$$



25°C তাপমাত্রায় প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন 78.7 KJ mol⁻¹ হলে সাম্য ধ্রুবকের মান গণনা কর।
এ মান থেকে বল সাম্যাবস্থায় অবস্থান বিক্রিয়কের দিকে না উৎপাদের দিকে সরে যাবে?

সমাধান:



এটি একটি গ্যাসীয় ধারার সাম্য বিক্রিয়া, তাই সাম্য ধ্রুবককে K_p হিসেবে ব্যবহার করব।

প্রমাণ মুক্ত শক্তি ও সাম্য ধ্রুবকের সম্পর্ক হতে আমরা পাই, $\Delta G = -RT \ln K_p$

$$\therefore \Delta G = -RT \ln K_p$$

$$\text{বা, } \Delta G = -2.303 RT \log K_p$$

$$\text{বা, } \log K_p = \frac{\Delta G}{2.303 RT}$$

এখানে, $\Delta G =$ প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন
 $= 78.7 \text{ KJ mol}^{-1} = 78.7 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$

$R =$ মোলার সাম্য ধ্রুবক =
 $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$T =$ কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা = (25 +
 273)K = 298 K

$K_p =$ সাম্য ধ্রুবক = ?

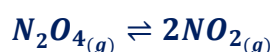
$$\therefore KP = \log^{-1} \left(\frac{\Delta G}{2.303 \times 8.314 \times 298} \right) = \log^{-1} \left(\frac{78.7 \times 10^3}{2.303 \times 8.314 \times 298} \right) = \log^{-1}(-13.7928) =$$

$$1.611 \times 10^{-14}$$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক} = 1.611 \times 10^{-14}$$

প্রশ্নে উল্লেখ করা হয়েছে প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন ধনাত্মক সংখ্যা মান। তাই বিক্রিয়াটি পশ্চাৎমুখী ধাবিত হবে। অর্থাৎ বিক্রিয়কের দিকে সরে যাবে।

25°C তাপমাত্রা নিম্নের বিক্রিয়ার প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন $-45.65 \text{ KJ mol}^{-1}$



বিক্রিয়ার সাম্য ধ্রুবকের মান গণনা কর। সাম্যের অবস্থান বিক্রিয়ক না উৎপাদন দিকে যাবে?

সমাধান:



এটি একটি গ্যাসীয় ধারার সাম্য বিক্রিয়া, তাই সাম্য ধ্রুবককে K_p প্রতীক দ্বারা ব্যবহার করব

$$\text{প্রমাণ মুক্ত শক্তি ও সাম্য ধ্রুবকের সম্পর্ক হতে আমরা পাই, } \Delta G = -RT \ln KP$$

$$\therefore \Delta G = -RT \ln KP$$

$$\text{বা, } \Delta G = -2.303 RT \log KP$$

$$\text{বা, } \log K_p = \frac{\Delta G}{2.303 RT}$$

$$\therefore KP = \log^{-1} \left(-\frac{\Delta G}{2.303 RT} \right)$$

$$= \log^{-1} \left(+\frac{45.65 \times 10^3}{2.303 \times 8.314 \times 298} \right)$$

$$= \log^{-1}(8.00056) = 1.0012976 \times 10^8$$

$$\therefore \text{সাম্য ধ্রুবক} = 1.0012976 \times 10^8$$

প্রশ্নে উল্লেখ করা হয়েছে প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন ঋনাত্মক ($-ve$)। ফলে বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে এবং সামনের দিকে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ উৎপাদনের দিকে সরে যাবে।

সুতরাং সাম্য ধ্রুবক 1.0013×10^8 উৎপাদনের দিকে সরে যাবে।

$$\begin{aligned} \text{এখানে, } \Delta G &= \text{প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন} \\ &= -45.65 \text{ KJ mol}^{-1} \\ &= -45.65 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

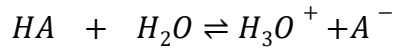
$$R = \text{মোলার সাম্য ধ্রুবক} = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T = \text{কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$K_p = \text{সাম্য ধ্রুবক} = ?$$

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এবং ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক (K_b)

এসিড:



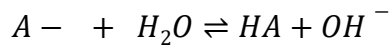
এসিড ক্ষারক

এ সাম্য বিক্রিয়ার সাম্যক, $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$

পানির মোলের ঘনমাত্রা, $[H_2O]$ এর মান ধ্রুবক,

$$\therefore K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

ক্ষার :



ক্ষারক এসিড

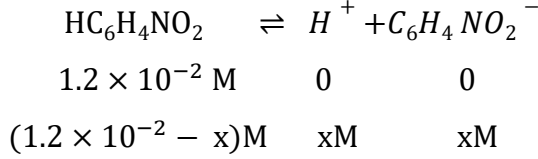
$$K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-][H_2O]}$$

$$\therefore K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

K_a সম্পর্কিত সমস্যাবলী

25°C তাপমাত্রায় মনোপ্রোটিক এসিড নিকোটিনিক এসিড(H C₆ H₄ NO₂) এর 1.2 × 10⁻² M দ্রবণের PH মান 3.39 এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a এবং দ্রবণে এসিড শতকরা কতভাগ আয়নিত হয় নির্ণয় কর।

সমাধান:



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2^-]}{[\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2]} = \frac{x^2}{(1.2 \times 10^{-2} - x)}$$

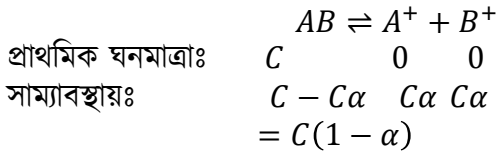
$$p^H = -\log[\text{H}^+] = -\log x$$

$$\therefore x = 10^{-p^H} = 10^{-3.39}$$

$$\therefore K_a = \frac{(10^{-3.39})^2}{(1.2 \times 10^{-2} - 10^{-3.39})} = 1.4315 \times 10^{-5}$$

$$\therefore \text{আয়নিত হয়} = \frac{x}{1.2 \times 10^{-2}} \times 100\% = \frac{10^{-3.39}}{1.2 \times 10^{-2}} \times 100\% = 3.394\%$$

অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র



$$K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

$$1 - \alpha \approx 1$$

$$\therefore k = C\alpha^2$$

$$\alpha^2 = \frac{k}{C} \quad \therefore \alpha = \sqrt{\frac{k}{C}}$$

$\alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় k ধ্রুবক।

$$\text{এসিডে, } [\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha C = C \times \sqrt{\frac{k_a}{C}} = \sqrt{k_a C}$$

$$\text{ক্ষার দ্রবণে, } [\text{OH}^-] = \alpha C = C \times \sqrt{\frac{k_b}{C}} = \sqrt{k_b C}$$

CH_3COOH এবং NH_4OH উভয়ের বিয়োজন মাত্রা একই। যদি $0.01M CH_3COOH$ দ্রবণের p^H মান 4 হয় তবে $0.01M NH_4OH$ দ্রবণের p^H মান কত?

সমাধানঃ

$0.01M$ ঘনমাত্রার CH_3COOH দ্রবণের $p^H = 4$

∴ দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা,

$$[H_3O^+] = 10^{-4}M$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{k_a C}$$

$$\therefore 10^{-4} = \sqrt{k_a \times 0.01}$$

$$\therefore k_a = 1.0 \times 10^{-6} = k_b$$

$$\therefore [OH^-] = \sqrt{k_b C} = \sqrt{10^{-6} \times 0.01} = 10^{-4}$$

$$\therefore p^{OH} = -\log[OH^-] = -\log(10^{-4}) = 4$$

$$\therefore p^H - 14 - 4 = 10(Ans)$$

p^H স্কেলের নিম্ন ও উর্ধ্ব সীমাঃ

$25^\circ C$ তাপমাত্রায় p^H স্কেলের নিম্নসীমা হলো 0 এবং উর্ধ্বসীমা হলো 14।

কোন দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$ হলে উক্ত দ্রবণকে লঘু এসিডীয় দ্রবণ হিসেবে ধরা হয়।

যখন দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$ হয় তখন দ্রবণের $p^H =$

$$-\log(H_3O^+) = -\log(1) = 0$$

$25^\circ C$ তাপমাত্রায় p^H স্কেলের এই মানই নিম্নসীমা।

কোন দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$ হলে উক্ত দ্রবণকে লঘু ক্ষারীয় দ্রবণ হিসেবে ধরা হয়।

যখন দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$ হয় তখন দ্রবণের $p^{OH} = -\log(OH^-) = -\log(1) = 0$

যেহেতু, $p^H + p^{OH} = -14$

$$\therefore p^H - 14 = p^{OH} = 14 - 0 = 14$$

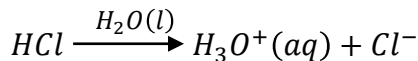
$25^\circ C$ তাপমাত্রায় p^H স্কেলের এই মানই উর্ধ্বসীমা।

দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$ এর বেশি হলে অথবা OH^- আয়নের ঘনমাত্রা $1 g ion L^{-1}$

এর বেশী হলে দ্রবণের p^H মান যথাক্রমে 0 এর কম ও 14 এর বেশী হয়ে যায়। HCl তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য

হওয়ায় এর পক্ষে জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণভাবে আয়নিত হওয়া সম্ভব। কোনো একটি নমুনা HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা

যদি $10M$ হয় তবে সেক্ষেত্রে-



বিয়োজনের পূর্বে ঘনমাত্রাঃ $10molL^{-1}$ 0 0

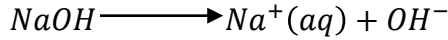
বিয়োজনের পর ঘনমাত্রাঃ $0molL^{-1}$ $10g ionL^{-1}$

সুতরাং HCl দ্রবণের $p^H = -\log_{10}(H_3O^+) = -\log_{10}(10) = -1$; যার মান 0 অপেক্ষা কম।

একইভাবে যদি কোনো নমুনা HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা $10^2 g mol L^{-1}$ হয়, তবে বিয়োজনের পূর্বে HCl এর ঘনমাত্রা $10^2 g ion L^{-1}$ এবং বিয়োজনের পরে দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $10^2 g ion L^{-1}$ হয়।

সুতরাং $10^2 M HCl$ দ্রবণের $p^H = -\log_{10}(H_3O^+) = -\log_{10}(10^2) = -2$
এ মানও 0 অপেক্ষা কম।

$NaOH$ তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য হওয়ায় এর পক্ষে জলীয় দ্রবণ সম্পূর্ণভাবে আয়নিত হওয়া সম্ভব। কোনো একটি নমুনা $NaOH$ দ্রবণের ঘনমাত্রা যদি $10M$ হয়, তবে সেক্ষেত্রে-



বিয়োজনের পূর্বে ঘনমাত্রাঃ $10 mol L^{-1}$ 0 0
বিয়োজনের পর ঘনমাত্রাঃ $0 mol L^{-1}$ $10 g ion L^{-1}$ $10 g ion L^{-1}$
∴ $10M NaOH$ দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা $10 g ion L^{-1}$
∴ দ্রবণের $p^H = 14 - p^{OH} = 14 - (-2) = 14 + 2 = 16$
এ মান 14 অপেক্ষা অনেক বড়।

সুতরাং দেখা যায় এক্ষেত্রে দ্রবণের p^H মান অপেক্ষা কম এবং 14 অপেক্ষা বেশি হওয়া সম্ভব।

এসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা $10 g ion L^{-1}$ অপেক্ষা বেশি হলে সেই দ্রবণের p^H মান 0 অপেক্ষা কম হয়। এসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা $10^{-14} g ion L^{-1}$ অপেক্ষা কম হলে উক্ত দ্রবণের pH মান 14 অপেক্ষা বড় হয়। প্রকৃতপক্ষে কোনো দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $10 g ion L^{-1}$ থেকে $10^{-14} g ion L^{-1}$ হলেই p^H এর সীমা 0 থেকে 14 পর্যন্ত কার্যকর হয়। এক্ষেত্রে কেবলমাত্র দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রাকে p^H দ্বারা প্রকাশ করা হয়। দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $[H_3O^+] > 10$ হলে দ্রবণের ঘনমাত্রাকে p^H দ্বারা প্রকাশ করা হয় না। একইভাবে দ্রবণের H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা খুব কম হলে $[H_3O^+] < 10^{-14}$ হলে দ্রবণের ঘনমাত্রাকে p^H যারা প্রকাশ করা হয় না। এ কারণে দ্রবণের p^H সীমা 0 থেকে 14 পর্যন্ত ধরা হয়। $1M HCl$ দ্রবণের p^H মান এবং $1M NaOH$ দ্রবণের p^H মান 14 হয়।

নিম্নের দ্রবণগুলোর p^H মান নির্ণয় কর।

(i) $0.05M H_3PO_2$, (ii) $0.025M H_2SO_4$, (iii) $0.125M Na_2CO_3$ দ্রবণ

সমাধানঃ

(i) H_3PO_2 একটি ক্ষারকীয় এসিড বা মনোপ্রোটিক এসিড।

∴ $0.05M H_3PO_2$ দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $0.05 g ion L^{-1}$

∴ $p^H = -\log[H_3O^+] = -\log(0.05) = 1.30$

(ii) H_2SO_4 একটি দ্বিক্ষারকীয় এসিড বা ডাইপ্রোটিক এসিড।

∴ $0.025M H_2SO_4$ দ্রবণে H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রা $0.025 \times 2 = 0.05 g ion L^{-1}$

∴ $p^H = -\log[H_3O^+] = -\log(0.05) = 1.30$

(iii) Na_2CO_3 একটি দ্বিএসিডীয় ক্ষার।

∴ $0.125M Na_2CO_3$ দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[OH^-] = 0.125 \times 2 = 0.25 g ion L^{-1}$

∴ $p^{OH} = -\log[OH^-] = -\log(0.25) = 0.60$

∴ $p^H = (14 - p^{OH}) = 14 - 0.60 = 13.40$

2 p^H মানের 1L H_2SO_4 দ্রবণের মধ্যে H_2SO_4 এর পরিমাণ কত গ্রাম?

সমাধানঃ

H_2SO_4 দ্রবণের $p^H = 2$

$\therefore H_2SO_4$ দ্রবণে $[H^+]$ আয়নের ঘনমাত্রা, $[H^+] = 10^{-2} g \text{ ionL}^{-1}$

H_2SO_4 একটি দ্বিক্ষারকীয় এসিড।

$\therefore H_2SO_4$ দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা $= \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} M$

আমরা জানি,

দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা, $C = \frac{1000 \times W}{MV}$

$\therefore W = \frac{MVC}{1000} = \frac{1000 \times 5 \times 10^{-3}}{1000} = 0.49g$

\therefore দ্রবণে H_2SO_4 এর পরিমাণ 0.49g

কোনো একটি দ্রবণের p^H মান 4। প্রতি মিলি দ্রবণে OH^- আয়নের সংখ্যা কত?

সমাধানঃ

দ্রবণের $p^H = 4$

দ্রবণের $p^{OH} = (14 - 4) = 10$

\therefore দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-10} M$

মনে করি, প্রতি মিলি দ্রবণে আয়নের মোল সংখ্যা n

$\therefore 1.0 \times 10^{-10} = n \times \frac{1000}{1}$

$\therefore n = 1.0 \times 10^{-13}$

\therefore দ্রবণে OH^- আয়নের সংখ্যা $= 1.0 \times 10^{-13} \times 6.023 \times 10^{23} = 6.023 \times 10^{10}$

\therefore দ্রবণে প্রতি মিলি আয়নের মধ্যে OH^- আয়নের সংখ্যা 6.023×10^{10} টি

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক, K_a এর মানের উপরঃ

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর মান যত বেশি হয় এসিডটি তত বেশি তীব্র হয়।

$HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4$ প্রভৃতি এসিডসমূহ জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত থাকে।

এদের K_a এর মান খুব বেশি হওয়ায় এরা প্রত্যেকে তীব্র এসিড। যেমনঃ HCl এর $K_a = 2.5 \times 10^7$, HI

এর $K_a = 3.2 \times 10^9 \text{ molL}^{-1}$ । তাই এরা প্রত্যেকেই তীব্র এসিড। পক্ষান্তরে ইথানয়িক

এসিড (CH_3COOH) এর ক্ষেত্রে দেখা যায়, এসিডটির একটি নমুনা 0.1 মোলার ঘনমাত্রা দ্রবণে মাত্র 5%

বিয়োজিত হয় এবং এ বিয়োজনের ফলে বিয়োজন ধ্রুবক, $K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$ । অর্থাৎ ইথানয়িক এসিড একটি দুর্বল এসিড।

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ (0.1M দ্রবণে 100% আয়নিত)

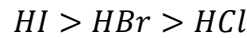
$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$ (0.1M দ্রবণে 100% আয়নিত)

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$ (0.1M দ্রবণে 5% আয়নিত)

এসিডের অনুপস্থিত ঋণাত্মক আয়নের আকারের উপরঃ

এ বিষয়টি হাইড্রাসিডের এসিড ধর্মের তীব্রতাকে প্রকাশ করে। হাইড্রাসিডের এসিড ধর্মের তীব্রতা এদের অনুপস্থিত ঋণাত্মক আয়নের আকারের ওপর নির্ভর করে। ঋণাত্মক আয়নের আকার যত বড় হয় অণুর বিয়োজন ততো অধিক হয়। ফলে এসিডের তীব্রতা ততো অধিক হয়। উদাহরণস্বরূপ HCl , HBr ও HI হাইড্রাসিডগুলোর ক্ষেত্রে Cl^- আয়নের আকারের চেয়ে Br^- আয়নের আকার বড়। আবার Br^- আয়নের আকারের চেয়ে I^- আয়নের আকার অধিক বড়।

ফলে এ তিনটি এসিডের তীব্রতা কম হল -



এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ মান এর উপরঃ

অক্সি এসিডসমূহের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান এর উপর ঐ এসিডের তীব্রতা নির্ভর করে থাকে। যে এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ মান যত বেশি ঐ এসিডের তীব্রতা ততো বেশি হয়। যেমন- HNO_2 ও HNO_3 দুটি এসিডের মধ্যে কেন্দ্রীয় পরমাণু N -এর জারণ মান যথাক্রমে $+3$ ও $+5$ । ফলে HNO_3 , HNO_2 অপেক্ষা তীব্র এসিড।

H_2SO_3 ও H_2SO_4 এ দুটি এসিডের মধ্যে কেন্দ্রীয় পরমাণু S -এর জারণ মান যথাক্রমে $+4$ ও $+6$ । তাই H_2SO_4 , H_2SO_3 অপেক্ষা তীব্র এসিড।

এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার এর উপরঃ

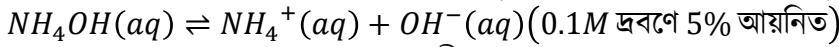
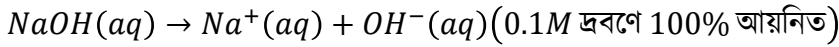
বিশেষ করে অক্সি এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা যদি সমান হয় বা একই হয় তখন যে এসিড এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হবে তার তীব্রতা বেশি হয়। কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হওয়ায় এর চার্জ ঘনত্বের বৃদ্ধি ঘটে। কেন্দ্রীয় পরমাণুর ঘনত্বের বৃদ্ধির সাথে সাথে এসিডের তীব্রতা বৃদ্ধি ঘটে। যেমন HNO_3 ও H_3PO_4 উভয় এসিড এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান $+5$ । HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর N এর আকার H_3PO_4 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু P এর আকার অপেক্ষা ছোট হওয়ায় P পরমাণুর তুলনায় N পরমাণুর চার্জ ঘনত্ব অধিক হয়। তাই HNO_3 , H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক তীব্র এসিড।

দ্রাবকের প্রকৃতিঃ

দ্রাবকের প্রকৃতির উপর এসিডের তীব্রতা নির্ভর করে। জলীয় দ্রবণে ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH) একটি দুর্বল এসিড হলেও NH_3 দ্রবণে এটি তীব্র এসিড হিসেবে আচরণ করে। প্রকৃতপক্ষে দ্রাবকের প্রোটন গ্রহণ করার ক্ষমতা যত বেশি হয়, দ্রবীভূত এসিডের বিয়োজন ততো বেশি হয়। এসিড ততো তীব্র হয়।

ক্ষারের শক্তিমাত্রা নির্ভরশীলতাঃ

ক্ষারের শক্তি মাত্রা নির্ভর করে তার বিয়োজন ধ্রুবক, K_b এর উপর। কোন একটি ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক এর মান যত বেশি হয় ক্ষারটি ততই শক্তিশালী হয়। উদাহরণস্বরূপ $NaOH, KOH$ প্রভৃতি ক্ষার জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত থাকে। এদের K_b এর মান খুবই উচ্চ। ফলে এরা তীব্র ক্ষার। পক্ষান্তরে NH_4OH এর সাধারণ ঘনমাত্রার দ্রবণে এটি খুব সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। এর K_b এর মান খুবই নিম্ন। তাই NH_4OH একটি দুর্বল ক্ষার।



NH_4OH এর সাম্যধ্রুবক, K_b এর মান পরীক্ষা করে পাওয়া গেল $1.76 \times 10^{-4} molL^{-1}$ । অপরপক্ষে $NaOH$ এর সাম্যধ্রুবক, K_b এর মান পাওয়া গেল $1.1 \times 10^{-4} molL^{-1}$ । এই দুই মানের আলোকে আমরা নিশ্চয়ই বলতে পারি কোন ক্ষারটি কার তুলনায় বেশি শক্তিশালী।

$1.0 \times 10^{-2} molL^{-1}$ ঘনমাত্রার মিথানোয়িক এসিড ($H - COOH$) দ্রবণের বিয়োজন ধ্রুবক, K_a এর মান গণনা কর। দ্রবণের p^H 2.90

সমাধানঃ

আমরা জানি, $p^H = -\log[H^+]$

$$\log[H^+] = -p^H = -2.90$$

$$\therefore [H^+] = \log^{-1}(-2.90) = 1.2589 \times 10^{-3} molL^{-1}$$

$H - COOH$ এর বিয়োজন সমীকরণটি $H - COOH \rightleftharpoons H - COO^- + H^+$

$$\therefore \text{বিয়োজন ধ্রুবক, } K_a = \frac{[H-COO^-] \times [H^+]}{[H-COOH]} \quad \text{এখানে, } [H - COO^-] = [H^+]$$

$$\therefore K_a = \frac{[H^+] \times [H^+]}{[H-COOH]} = \frac{[H^+]^2}{[H-COOH]} = \frac{[1.2589 \times 10^{-2}]^2}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.5848 \times 10^{-4} molL^{-1}$$

$$\therefore K_a = 1.5848 \times 10^{-4} molL^{-1}$$

$25^\circ C$ তাপমাত্রায় $1.55 \times 10^{-2} M NH_4OH$ দ্রবণে $3.5\% NH_4OH$ বিয়োজিত হয়। NH_4OH এর বিয়োজন ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

NH_4OH দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা, $C = 1.5 \times 10^{-2} M$

$$\therefore \text{দ্রবণে } NH_4OH \text{ এর বিয়োজনের পরিমাণ, } \alpha = \frac{3.5}{100} = 0.035$$

দ্রবণে এর বিয়োজনের সাম্য : $NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

$$\text{সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা : } \quad C(1 - \alpha) \quad C\alpha \quad C\alpha$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } NH_4OH \text{ এর ঘনমাত্রা: } [NH_4OH] = C(1 - \alpha) = 1.5 \times 10^{-2}(1 - 0.035) = 1.495 \times 10^{-2} M$$

$$\therefore \text{সাম্যাবস্থায় } NH_4^+ \text{ এর ঘনমাত্রা: } [NH_4^+] = C\alpha = 1.5 \times 10^{-2} \times 0.035 = 5.425 \times 10^{-4} M$$

বাফার ক্রিয়া

বাফার দ্রবণের বাইরে থেকে অল্প পরিমাণ দুর্বল এসিড বা দুর্বল ক্ষার যোগ করার ফলে দ্রবণের p^H মানের যে পরিবর্তন হওইয়ার কথা, সে পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার ক্ষমতাকে ঐ দ্রবণের বাফার ক্রিয়া বলে।

বিভিন্ন প্রকার বাফার দ্রবণঃ

1. দুর্বল এসিড ও তার লবণের মিশ্র দ্রবণ। যেমন ($CH_3COOH + CH_3COONa$) এর জলীয় দ্রবণ, ($H_2CO_3 + NaHCO_3$) এর জলীয় দ্রবণ, (সাইট্রিক এসিড + সোডিয়াম সাইট্রেট)-এর জলীয় দ্রবণ, (বোরিক এসিড + সোডিয়াম বোরেট)-এর জলীয় দ্রবণ প্রভৃতি। এক্ষেত্রে, লবণটিকে অবশ্যই উক্ত দুর্বল এসিডের সঙ্গে তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ হতে হবে।
2. দুর্বল ক্ষার ও তার লবণের মিশ্র দ্রবণ। যেমন ($NH_4OH + NH_4Cl$)-এর জলীয় দ্রবণ। এক্ষেত্রে, লবণটিকে অবশ্যই উক্ত দুর্বল ক্ষারের সঙ্গে তীব্র এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ হতে হবে।
3. দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণের দ্রবণ। যেমন CH_3COONH_4 -এর জলীয় দ্রবণ বা $(NH_4)_2CO_3$ এর জলীয় দ্রবণ বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।
4. বহুক্ষারীয় এসিডের দুটি লবণের মিশ্র দ্রবণ। যেমন ($NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$)-এর জলীয় দ্রবণ বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।

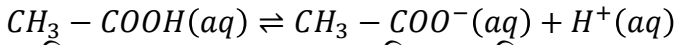
বাফার দ্রবণের p^H মানের উপর নির্ভর করে বাফার দ্রবণগুলোকে (i) অম্লীয়(acidic) বাফার ও ক্ষারকীয়(basic) বাফার- এ দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়।

১. অম্লীয় বাফারঃ যেসব বাফার দ্রবণের p^H এর মান 7 এর কম, তাদের অম্লীয় বাফার বলে।
যেমনঃ ($CH_3COOH + CH_3COONa$) এর জলীয় দ্রবণ, ($H_2CO_3 + NaHCO_3$) এর জলীয় দ্রবণ প্রভৃতি অম্লীয় বাফার দ্রবণের উদাহরণ।

২. ক্ষারীয় বাফারঃ যেসব বাফার দ্রবণের p^H এর মান 7 এর বেশী, তাদের ক্ষারীয় বাফার বলে।
যেমনঃ($NH_4OH + NH_4Cl$)এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের উদাহরণ।

হেভারসন হ্যাসেলবাখ সমীকরণ

(ক) অম্লীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণের p^H গণনার সমীকরণঃ আমরা নিশ্চয়ই জেনে গিয়েছি বাফার দ্রবণের p^H মান স্থির থাকে। তবে বাফার দ্রবণের এ স্থির p^H মান মূলত দ্রবণে ব্যবহৃত দুর্বল এসিড বা দুর্বল ক্ষারের সাম্যধ্রুবক এবং এসিড বা ক্ষার ও তাদের লবণের ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে। অম্লীয় বাফার দ্রবণ যেমন দুর্বল এসিড $CH_3 - COOH$ ও এর লবণ $CH_3 - COONa$ এর মিশ্রণ। দুর্বল অম্ল $CH_3 - COOH$ নিম্নরূপে আয়নিত হয়।



ভরক্রিয়া সূত্র প্রয়োগ করে আমরা লিখতে পারি-

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_a = \frac{[H^+] \times [CH_3 - COO^-]}{[CH_3 - COOH]}$$

$$\text{বা, } [H^+] \times [CH_3 - COO^-] = K_a \times [CH_3 - COOH]; \text{ বা, } [H^+] = K_a \times \frac{[CH_3 - COOH]}{[CH_3 - COO^-]} \text{ -----(i)}$$

এক্ষেত্রে $CH_3 - COOH$ হল দুর্বল এসিড যা জলীয় দ্রবণে আংশিকভাবে আয়নিত হয়। আবার তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য $CH_3 - COONa$ দ্রবণে যে $CH_3 - COO^-$ আয়ন উৎপন্ন করে। এটি দুর্বল এসিডের অনুবন্ধী ক্ষারক। অনুবন্ধী ক্ষারক $CH_3 - COO^-$ এর দুর্বল এসিড উপস্থিতিতে $CH_3 - COOH$ এর আয়নিত হওয়ার প্রবণতা আরও কমিয়ে দেয়। ফলে অবিয়োজিত $CH_3 - COOH$ এর মান দ্রবণের $CH_3 - COOH$ এর প্রারম্ভিক প্রায় কাছাকাছি থাকে। অপরদিকে দ্রবণে $CH_3 - COO^-$ এর ঘনমাত্রা এর লবণের ঘনমাত্রা অর্থাৎ $CH_3 - COONa$ এর প্রারম্ভিক ঘনমাত্রার কাছাকাছি থাকে। (i)নং সমীকরণটি পরিবর্তন করে নিম্নরূপে উপস্থাপন করা যায়ঃ

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]}$$

$$\text{উভয়পক্ষে } \log \text{ নিলে সমীকরণটি দাঁড়ায়, } \log_{10}^{[H^+]} = \log_{10} \left[K_a \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]} \right]$$

$$\text{বা, } \log_{10}^{[H^+]} = \log_{10} K_a + \log_{10} \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]}$$

উভয়পক্ষে -1 দ্বারা গুণ করলে সমীকরণটি দাঁড়ায়-

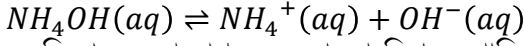
$$-\log_{10}^{[H^+]} = -\log_{10} K_a - \log_{10} \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]}$$

$$\therefore p^H = p^{K_a} - \log_{10} \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]}$$

$$\text{বা, } p^H = p^{K_a} + \log_{10} \frac{[\text{দুর্বল এসিড}]}{[\text{অনুবন্ধী ক্ষারক}]} \text{ -----(ii)}$$

এ সমীকরণটিকে হেভারসন হ্যাসেলবাখ সমীকরণ বলে। এর সাহায্যে আমরা অম্লীয় বাফার দ্রবণের p^H মান গণনা করতে পারব।

(খ) ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণের p^H গণনার সমীকরণঃ ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণ যেমন দুর্বল ক্ষার NH_4OH ও দুর্বল ক্ষারের লবণ NH_4Cl এর মিশ্রণে দুর্বল ক্ষার NH_4OH নিম্নরূপে আয়নিত হয়ঃ



ভরক্রিয়া সূত্র প্রয়োগ করে আমরা লিখতে পারি-

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_b = \frac{[NH_4^+] \times [OH^-]}{[NH_4OH]}$$

$$\text{বা, } [NH_4^+] \times [OH^-] = K_b \times [NH_4OH]; \quad \text{বা, } [OH^-] = K_b \times \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} \quad \text{-----}(i)$$

$$\text{উভয়পক্ষে } \log \text{ নিলে সমীকরণটি দাঁড়ায়, } \log_{10}^{[OH^-]} = \log_{10} K_b + \log_{10} \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]}$$

উভয়পক্ষে -1 দ্বারা গুণ করলে সমীকরণটি দাঁড়ায়-

$$-\log_{10}^{[OH^-]} = -\log_{10} K_b - \log_{10} \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]}$$

$$\text{বা, } p^{OH} = p^{K_b} + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_4OH]}$$

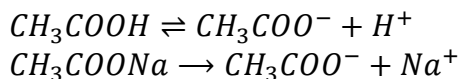
$$\text{বা, } (14 - p^H) = p^{K_b} + \log_{10} \frac{\boxed{\text{দুর্বল ক্ষারের অনুবন্ধী এসিড}}}{\boxed{\text{দুর্বল ক্ষার}}}$$

$$\therefore p^H = 14 - p^{K_b} - \log_{10} \frac{\boxed{\text{দুর্বল ক্ষারের অনুবন্ধী এসিড}}}{\boxed{\text{দুর্বল ক্ষার}}} \quad \text{-----}(ii)$$

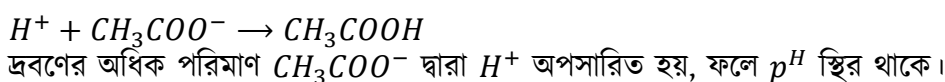
(ii) নং সমীকরণ এর সাহায্যে আমরা ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের p^H মান গণনা করতে পারব।

বাফার ক্রিয়া কৌশল

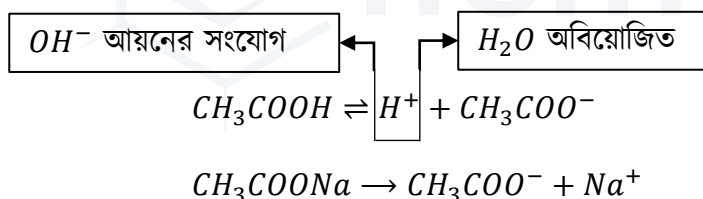
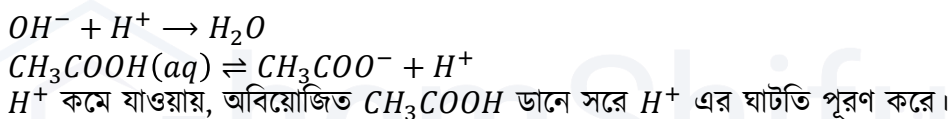
অম্লীয় বাফারঃ



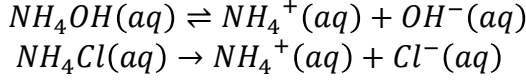
অম্ল মাত্রায় এসিড যোগঃ



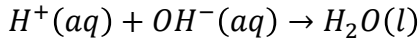
অম্ল মাত্রায় ক্ষার যোগঃ



ক্ষারীয় বাফার ক্রিয়ার ব্যাখ্যাঃ ক্ষারীয় বাফার ক্রিয়ায় ব্যাখ্যার উদ্দেশ্যে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড(NH_4OH) ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড(NH_4Cl) দ্বারা প্রস্তুতকৃত ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণটিকে ব্যাখ্যা করা যেতে পারে। এ দ্রবণে উপাদান দুটির বিয়োজন নিম্নরূপ-

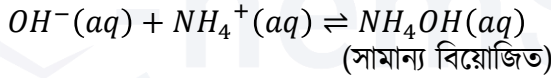


অল্পমাত্রায় এসিড সংযোগের ফলেঃ NH_4OH দুর্বল ক্ষার বিধায় দ্রবণে সামান্য আয়নিত হয়। বেশিরভাগই অআয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এই বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ আয়ন যোগ করা হয় তখন সংযুক্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান OH^- আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অবিয়োজিত পানির অণু গঠন করে।



তখন অবিয়োজিত NH_4OH তার সাম্যাবস্থা বজায় রাখার জন্য কিছুটা বিয়োজিত হয় এবং দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত রাখে। ফলে দ্রবণের p^H এর মান স্থির থাকে।

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



উৎপন্ন NH_4OH মৃদু ক্ষার বিধায় আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং দ্রবণের p^H মানের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

বাফার ক্ষমতা (Buffer Capacity): বাফার দ্রবণের মধ্যে তীব্র এসিড অথবা তীব্র ক্ষার দ্রবণ যোগ করে দ্রবণের p^H মানকে পরিবর্তন করা যায়। প্রতি লিটার বাফার দ্রবণের মধ্যে যণ গ্রাম-অণু তীব্র এসিড অথবা তীব্র ক্ষার যোগ করার ফলে বাফার দ্রবণের p^H এর মান এক একক পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত দ্রবণের বাফার ক্ষমতা বলে।

$$\therefore \text{বাফার ক্ষমতা}(\beta) = \frac{1 \text{ লিটার দ্রবণে যোগকৃত এসিড বা ক্ষারের গ্রাম অণুর সংখ্যা}}{p^H \text{ এর পরিবর্তন}}$$

সাধারণভাবে কোনো অম্লীয় বাফার দ্রবণের মধ্যে তীব্র এসিড যোগ করলে বাফার দ্রবণের p^H মানের হ্রাস ঘটে। একইভাবে কোনো ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের মধ্যে তীব্র ক্ষার যোগ করলে বাফার দ্রবণের p^H মানের বৃদ্ধি ঘটে। প্রকৃতপক্ষে কোনো দ্রবণের বাফার ক্ষমতা যতো অধিক হয় সে দ্রবণের p^H মানের পরিবর্তন ঘটতে ততো অধিক তীব্র এসিড বা তীব্র ক্ষারের প্রয়োজন পড়ে।

দ্রবণের বাফার ক্ষমতাকে গাণিতিকভাবেও প্রকাশ করা যায়। 1 লিটার আয়তনের কোনো অম্লীয় বাফার দ্রবণের মধ্যে কোনো একটি তীব্র এসিডের dA গ্রাম-অণু যোগ করলে যদি দ্রবণের p^H মান dp^H পরিমাণ হ্রাস ঘটে,

$$\text{তবে উক্ত দ্রবণের বাফার ক্ষমতা, } \beta = \frac{dA}{dp^H}$$

একইভাবে 1 লিটার আয়তনের কোনো ক্ষারীয় দ্রবণের মধ্যে কোনো একটি তীব্র ক্ষারের dB গ্রাম-অণু যোগ

$$\text{করলে যদি দ্রবণের } p^H \text{ মান } dp^H \text{ পরিমাণ বৃদ্ধি ঘটে, তবে উক্ত দ্রবণের ক্ষমতা, } \beta = \frac{dB}{dp^H}$$

বাফার দ্রবণকে নিয়ে পরীক্ষা করে দেখা যায়, অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে $\frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]}$ এবং ক্ষারীয় বাফার

দ্রবণের ক্ষেত্রে $\frac{[\text{অনুবন্ধী এসিড}]}{[\text{দুর্বল ক্ষার}]}$ এ মান 1 হলে উক্ত বাফার দ্রবণে সামান্য তীব্র এসিড বা তীব্র ক্ষার যোগ

করলেও সাধারণত দ্রবণের p^H মানের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। সুতরাং এ থেকে সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়

বাফার দ্রবণের $\frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]} = 1$; বা, $[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}] = [\text{দুর্বল অম্ল}]$ অথবা $\frac{[\text{অনুবন্ধী এসিড}]}{[\text{দুর্বল ক্ষার}]} = 1$

বা, $[\text{লবণ}] = [\text{ক্ষার}]$ হলে, সেই বাফার দ্রবণের বাফার ক্ষমতা সব থেকে অধিক হয়।

পুনরায়, অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে হেন্ডারসন সমীকরণটি $p^H = p^{K_a} + \log_{10} \frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]}$

$$\left[\text{সর্বোচ্চ বাফার ক্ষমতা, } \frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]} = 1 \right]$$

$$\text{বা, } p^H = p^{K_a} + \log_{10}(1)$$

$$\text{বা, } p^H = p^{K_a}$$

একইভাবে, ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে হেন্ডারসন সমীকরণটি $p^{OH} = p^{K_b} + \log_{10}(1)$

$$\therefore p^{OH} = p^{K_b}$$

সুতরাং বাফার দ্রবণের বাফার ক্ষমতা সর্বোচ্চ হয় যখন অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে $p^H = p^{K_a}$ হয় এবং ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে $p^{OH} = p^{K_b}$ হয়।

পরীক্ষার মাধ্যমে দেখা যায়, একটি বাফার দ্রবণের কার্যকারিতা বজায় থাকে যদি দ্রবণে $\frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]} =$

0.1 থেকে 10 এর মধ্যে থাকে অথবা $\frac{[\text{অনুবন্ধী এসিড}]}{[\text{দুর্বল ক্ষার}]} = 0.1$ থেকে 10 এর মধ্যে থাকে।

অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে দ্রবণে $\frac{[\text{অনুবন্ধী ক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]} = 0.1$ থেকে 10 এর মধ্যে হলে,

$$p^H = p^{K_a} + \log_{10}(0.1) = p^{K_a} - 1 \text{ এবং } p^H = p^{K_a} + \log_{10}(10) = p^{K_a} + 1$$

একইভাবে ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের ক্ষেত্রে $\frac{[\text{অনুবন্ধী এসিড}]}{[\text{দুর্বল ক্ষার}]} = 0.1$ থেকে 10 এর মধ্যে হলে,

$$p^{OH} = p^{K_b} + \log_{10}(0.1) = p^{K_b} - 1 \text{ এবং } p^{OH} = p^{K_b} + \log_{10}(10) = p^{K_b} + 1$$

অর্থাৎ $p^H = p^{K_a} - 1$ থেকে $p^{K_a} + 1$ এর মধ্যে এবং $p^{OH} = p^{K_b} - 1$ থেকে $p^{K_b} + 1$ এর মধ্যে হয়।

1. 25°C তাপমাত্রায় $CH_3 - COOH$ ও $C_2H_5 - COOH$ এর বিয়োজন ধ্রুবকের মান যথাক্রমে 1.8×10^{-5} ও 1.45×10^{-5} । 0.1M ঘনমাত্রার $C_2H_5 - COOH$ দ্রবণের মধ্যে CH_3COOH দ্রবণ যোগ করা হলো। $CH_3 - COOH$ দ্রবণের ঘনমাত্রা কত হলে $C_2H_5 - COOH$ এর বিয়োজন মাত্রা অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধানঃ

যদি উভয় এসিড সমান পরিমাণে H^+ প্রদান করে তাহলে সাম্যাবস্থা স্থির থাকবে, ফলে বিয়োজন মাত্রা পরিবর্তিত হবে না। (সমআয়ন প্রভাব স্থির)

$$\therefore \alpha_1 C_1 = \alpha_2 C_2$$

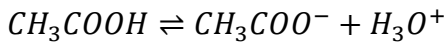
$$\text{বা, } \sqrt{K_{\alpha_1} C_1} = \sqrt{K_{\alpha_2} C_2}$$

$$\text{বা, } \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times C_1} = \sqrt{1.45 \times 10^{-5} \times C_2}$$

$$\therefore C_1 = 8.056 \times 10^{-2} M$$

2. 1 mol CH_3COOH ও 1 mol CH_3COONa বর্তমান। এ দ্রবণের প্রতি লিটারের মধ্যে পৃথকভাবে 0.01 mol HCl ও 0.05 mol $NaOH$ যোগ করলে বাফার দ্রবণের পরিবর্তিত মান গণনা কর। ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

সমাধানঃ



$$1 + 0.01 \quad 1 - 0.01 \quad 0$$

$$\text{সাম্যে: } 1.01 - x \quad 0.99 + x \quad x$$

$$\therefore K_a = \frac{(0.99+x) \times x}{1.01-x} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$x \text{ অতি ক্ষুদ্র। } \therefore \frac{0.99x}{1.01} = 1.8 \times 10^{-5} \quad \therefore x = 1.8363636 \times 10^{-5} g - ionL^{-1}$$

$$\therefore \text{বর্তমান দ্রবণে } H_3O^+ \text{ আয়নের ঘনমাত্রা } [H_3O^+] = 1.836 \times 10^{-5}$$

$$\therefore p^H = -\log[H_3O^+] = 4.736 \quad \therefore \Delta p^H = 4.757 - 4.736 = 0.021 \text{ একক}$$

একইভাবে, $NaOH$ 0.05 mol যোগ করলে,

$$\frac{1.05x}{0.95} = 1.8 \times 10^{-5} \quad \therefore x = 1.62857 \times 10^{-5} gionL^{-1}$$

$$\therefore p^H = -\log(1.62857 \times 10^{-5}) = 4.788$$

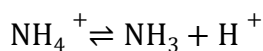
$$\therefore \Delta p^H = 4.788 - 4.757 = 0.031 \text{ একক।}$$

3. NH_4^+ এর $K_a = 5.555 \times 10^{-10}$

একটি দ্রবণে NH_4^+ এর ঘনমাত্রা $0.5 M$, $rH = 8.9$ । NH_3 এর ঘনমাত্রা কত?

[BUET 21 Batch এর পরীক্ষায়
এমন একটি এসেছিল]

সমাধান:



∴ এটি এসিডিক বাফার, যেখানে NH_4^+ এসিড

$$\therefore 8.9 = pK_a + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

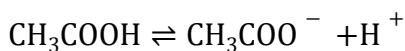
$$= -\log(5.555 \times 10^{-10}) + \log \frac{[NH_3]}{0.5}$$

$$\therefore [NH_3] = 0.2206 M$$

4. $7.5 g (CH_3COO)_2 Ca$ ও $5g CH_3COOH$ মিলিয়ে $500 ml$ দ্রবণ তৈরি করা হলো। $P^H = ?$

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

সমাধান:



$$7.5g(CH_3COO)_2 Ca \equiv \frac{7.5}{(12+3+12+16 \times 2) \times 2 + 40}$$

$$\equiv 0.0476 mol$$

∴ এর মোল সংখ্যা = 0.0474×2

$$= 0.0949367 mol$$

$$5g CH_3COOH = \frac{5}{12+3+12+16 \times 2 + 1}$$

$$= \frac{5}{60} = \frac{1}{12} \text{ mol}$$

$$\therefore p^H = pKa + \log \left(\frac{0.0949367}{1/12} \right)$$

$$= 4.8$$

5. ল্যাবরেটরিতে একটি নমুনা NH_3 দ্রবণে বিশুদ্ধতার মান $10\%(\omega/\omega)$, ঘনত্ব 0.99 g mL^{-1} এবং $K_a(\text{NH}_4^+)$ দেয়া আছে। NH_3 দ্রবণের p^H মান কত ?

সমাধান:

$10\%(\omega/\omega)\text{NH}_3$ দ্রবণে অর্থাৎ 100 g দ্রবণে NH_3 এর পরিমাণ 10 g 0.99 g mL^{-1} ঘনত্ব
 100 g দ্রবণে NH_3 এর আয়তন $= \frac{100}{0.99} = 101.01 \text{ ml}$

$$\therefore 101.01 \text{ ml দ্রবণে } \text{NH}_3 \text{ } 10 \text{ g} = \frac{10}{17} \text{ mol}$$

$$\therefore 1000 \text{ ml দ্রবণে } \text{NH}_3 = \frac{10 \times 1000}{17 \times 101.01} \text{ mol}$$

$$= 5.823 \text{ mol}$$

$$\therefore [\text{NH}_3] \text{ এর ঘনমাত্রা , } = 5.823 \text{ M}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}} \quad Kb = \frac{K_w}{K_a}$$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \times c}} \quad \therefore [\text{OH}^-] = \alpha \times c$$

$$= \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} \times c$$

$$= 1.079 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\therefore P^{OH} = \log[\text{OH}^-]$$

$$= 1.98$$

$$\therefore P^H = 14 - 1.98 = 12.02$$

6. 100 ml আয়তনের আয়তনমিত্রিক ফ্লাস্কের মধ্যে 10 ml 1 M CH₃COOH (K_a = 1.8 × 10⁻⁵) ও 20 ml 0.5 M সোডিয়াম ইথানয়েট দ্রবণ মিশিয়ে একটি বাফার দ্রব প্রস্তুত করা হলো। এবার বাফার দ্রবণের মধ্যে প্রয়োজনীয় পাতিত পানি যোগ করে দ্রবণের আয়তন 100 ml এ পরিণত করা হলো। দ্রবণের P^H মান গণনা করো।

সমাধান:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{pK}_a + \log \frac{[\text{লবণ}]}{[\text{অম্ল}]} \\ &= -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{20 \times 0.5}{10 \times 1}\right) \\ &= 4.744727 \end{aligned}$$

7. 4.5 pH মানের 600 ml বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে 1 M C₃H₅COOH দ্রবণ ও 1 M C₆H₅COONa দ্রবণ মিশ্রিত করা হলো। এ বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে কত mL C₆H₅COOH দ্রবণ ব্যবহার করা হয়েছিল? বেনজোয়িক এসিড PK_a = 4.2

সমাধান:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{COONa}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$$

$$\text{বা, } \log \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{COONa}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = \text{pH} - \text{pK}_a = 4.5 - 4.2 = 0.3$$

$$\therefore \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{COONa}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = 1.995 \approx 2$$

মনে করি, 600 mL বাফার দ্রবণে V mL C₆H₅COOH দ্রবণে যোগ করা হয়েছিল।

C₆H₅COONa দ্রবণের আয়তন (600 - V) ml

বাফার দ্রবণে C₃H₅COONa এর মান = $\frac{(600-v) \times 1}{600}$ M

$$\therefore \frac{\frac{600-v}{600}}{\frac{v}{600}} = 2$$

$$\frac{600-v}{v} = 2$$

$$\therefore v = 200 \text{ ml}$$

∴ প্রয়োজনীয় C₆H₅COOH দ্রবণের 200 ml

8. একটি বাফার দ্রবণে HCN ও $NaCN$ উভয়ের ঘনমাত্রা $0.02 M$ । বাফার দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ($Ka = 7.2 \times 10^{-10}$)

সমাধান:

$$pH = pKa + \log \frac{\text{অনুবন্ধীক্ষার}}{\text{দুর্বল অম্ল}}$$

$$= -\log(7.2 \times 10^{-10}) + \log \left(\frac{0.01}{0.01} \right) = 9.14266$$

∴ বাফার দ্রবণে pH এর মান 9.142667

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

$$\therefore [H^+] = 10^{-pH} = 7.2 \times 10^{-10} M$$

$$\therefore [OH^-] = \frac{10^{-14}}{7.2 \times 10^{-10}} = 1.3889 \times 10^{-5} g \text{ ion } L^{-1}$$

9. $10 \text{ ml } 0.1 M NaOH$ দ্রবণে 0.1 m HCl দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করার সময় প্যুরেট থেকে যোগ করা HCl দ্রবণের আয়তন 0.1 mL থেকে 10.1 mL হয়, তখন দ্রবণের pH মানের পরিবর্তন গণনা কর।

সমাধান:

$NaOH$ দ্রবণে যুক্ত HCl দ্রবণের আয়তন $(10.1 - 0.2) = 9.9 \text{ ml}$

9.9 ml দ্রবণ যোগ করার পর দ্রবণের মোট আয়তন $(10 + 9.9) \text{ ml} = 19.9 \text{ ml}$

আংশিক প্রদানের পর $NaOH$ এর পরিমাণ $= (10 - 9.9) = 0.1 \text{ ml } 0.1 M NaOH$

$$\therefore \text{মিশ্র দ্রবণে } NaOH \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{0.1 \times 0.1}{19.9} = 5.025 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \text{মিশ্র দ্রবণে } pOH \text{ এর ঘনমাত্রা} = -\log(5.025 \times 10^{-4}) = 3.09 \approx 3.3$$

$$\therefore \text{মিশ্র দ্রবণে } pH = 14 - 3.3 = 10.70$$

10.1 ml HCl যোগ করার পর আয়তন $(10 + 10.1) = 20.1 \text{ ml}$

দ্রবণে অতিরিক্ত HCl এর পরিমাণ = $(10.1 - 10) = 0.1 \text{ mL } 0.1 \text{ M HCl}$ দ্রবণ

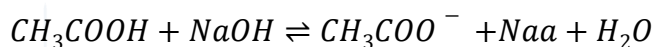
$$\therefore \text{মিশ্র দ্রবণে HCl এর মাত্রা} = \frac{0.1 \times 0.1}{20.1} = 4.975 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\therefore \text{দ্রবণের } P^H \text{ মান} = -\log(4.975 \times 10^{-4}) = 3.303$$

$$\therefore \Delta p^H = 10.7 \times 3.303 = 7.396 \approx 7.4$$

10. 60 ml 1.0 M ইথানয়িক এসিড দ্রবণে 60 ml 0.65 M কস্টিক সোডার দ্রবণ যোগ করা হলো। দ্রবণের P^H মান গণনা কর।

সমাধান:



$$60 \text{ m mol} \quad 39 \text{ m mol}$$

$$21 \text{ m mol} \quad 0 \quad 39 \text{ m mol} \quad 39 \text{ m mol}$$

$$\therefore P^H = pK_a + \log \frac{39}{21} = 5.01357$$

11. 500 ml পানিতে একটি অ্যাসপিরিন ট্যাবলেটের দ্রবণ প্রস্তুত করা হলো। দ্রবণের P^H মান নির্ধারণ কর। অ্যাসপিরিনের প্রতিটি ট্যাবলেটে 0.325g মনো প্রোটিক এসিড অ্যাসিটাইল স্যালিসাইলিক এসিড ($C_9H_8O_4$) বর্তমান এবং K_a এর মান 3.3×10^{-4}

সমাধান:

$$C = \frac{1000 w}{MV} = 3.611 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \therefore [H^+] &= ac = \sqrt{K_a C} \\ &= \sqrt{3.3 \times 10^{-4} \times 3.611 \times 10^{-3}} \\ &= 1.09163 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

12. 4 pH মানের 150 ml এর একটি বাফার দ্রবণ তৈরি করবে মিথানয়িক এসিড দ্রবণে কত আয়তন 0.2 M ঘনমাত্রা সোডিয়াম মিথানয়েট দ্রবণ যোগ করবে? বাফার দ্রবণের অম্লের মাত্রা 0.9 M ($K_a = 1.8 \times 10^{-1}$)

সমাধান:

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{অনুবন্ধীক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]}$$

$$\therefore \frac{[\text{অনুবন্ধীক্ষার}]}{[\text{দুর্বল অম্ল}]} = \log^{-1}(0.25527) = 1.8$$

$$[\text{অনুবন্ধীক্ষার}] = 0.09 \times 1.8 = 0.162 = [\text{লবণ}]$$

কিন্তু বাফার দ্রবণে প্রাথমিকভাবে 0.2 M লবণ যোগ করা হয়।

$$\therefore V_1 S_1 = V_2 \cdot S_2$$

$$\therefore V_1 = \frac{150 \times 0.162}{0.2} = 121.5 \text{ ml}$$

$\therefore 121 \text{ ml}$ 8 HCOONa যোগ করা হয়

13. 9 pH মানের একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে কী পরিমাণ NH_3 ও NH_4Cl প্রয়োজন? দ্রবণে বাফার উপাদানের ঘনমাত্রা 0.564 mol L^{-1} , $pK_b = 4.74$

সমাধান:

$$pOH = pK_b + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$14 - 9 = 4.74 + \log\left(\frac{a}{b}\right)$$

$$\therefore \frac{a}{b} = 1.82$$

$$\therefore a = 1.82 \times 6 \dots \dots (i)$$

$$\therefore a + b = 0.564 \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii) সমাধান করে পাই

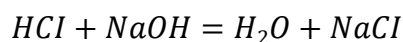
$$a = [NH_4^+] = 0.364 \text{ mol} \quad b = 0.2 \text{ mol}$$

$$\therefore NH_3 \text{ এর পরিমাণ } 0.2 \times 17 = 3.98 \text{ L}^{-1}$$

$$\therefore NH_4Cl \text{ এর পরিমাণ } 0.364 \times 53.5 = 19.478 \text{ L}^{-1}$$

14. 4.757 pH মানের একটি বাফার দ্রবণের প্রতি লিটারে $1\text{ mol } CH_3COOH$ ও $1\text{ mol } CH_3COONa$ বর্তমান। এ দ্রবণে প্রতি লিটারের মধ্যে একইসাথে $0.01\text{ mol } HCl$ ও $0.05\text{ mol } NaOH$ যোগ করলে বাফার দ্রবণের পরিবর্তিত p^H মান গণনা কর। ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

সমাধান:



$$0.01 \quad 0.05 \quad 0 \quad 0$$

$$0 \quad 0.04 \quad 0.01 \quad 0.01$$

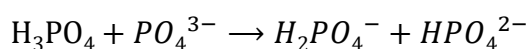
∴ প্রকৃতপক্ষে 0.04 mol NaOH যোগ করা হয়েছে।

$$\therefore p^H = -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{1+0.04}{1-0.04}\right) = 4.779$$

$$\therefore \Delta p^H = 4.779 - 4.757 = 0.022$$

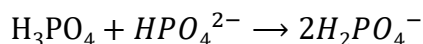
15. 1L 0.2 M Na_3PO_4 ও 1 L, 0.3 M H_3PO_4 একত্রে মিশালে $p^H = ?$

সমাধান:



$$t = 0: \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0 \quad 0$$

$$t = t: \quad 0.1 \quad 0 \quad 0.2 \quad 0.2$$



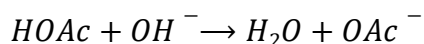
$$t = 0: \quad 0.1 \quad 0.2 \quad 0.2$$

$$t = t: \quad 0 \quad 0.1 \quad 0.2 + 2 \times 0.1 = 0.4$$

$$p^H = PK_2 + \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}} = 8 + \log \frac{0.1}{0.4} = 7.39$$

16. 0.1 M NaOAc বিদ্যমান। 200 mL 1 M যোগ করলে p^H কত?

সমাধান:



	HoAc	OH ⁻	OAc ⁻
আদি	100 m mol	200 m mol	100 m mol
শেষ	0	100 m mol	200 m mol

$$\therefore p^H = 14 + \log\left(\frac{100 \text{ m mol}}{1200 \text{ m mol}}\right) = 12.92$$

17. 5 g CH₃COOH এবং 7.5g CH₃COONa করলে একত্রে মিশিয়ে 500 ml
 দ্রবণ প্রস্তুত করা হলো। দ্রবণে 0.2 M NH₄OH যোগ করলে $p^H=?$

সমাধান:

$$CH_3COOH \text{ এর } Ka = 1.8 \times 10^{-5}; K_b(NH_4OH) = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$5 \text{ g } CH_3COOH = \frac{5}{12+3+12+16 \times 2+1} \text{ mol}$$

$$7.5 \text{ g } CH_3COONa = \frac{7.5}{12+3+12+16 \times 2+23} \text{ mol}$$

NH₄OH অত্যন্ত দুর্বল ক্ষার হওয়ায়, এটি যোগ করলে কোন প্রভাব পড়বে না।

$$\therefore PH = pKa + \log\left(\frac{CH_3COONa}{CH_3COOH}\right) = 5.56691$$

18. হেভারসন সমীকরণ ব্যবহার করে $0.2M NaHCO_3$ ও $0.1M Na_2CO_3$ দ্রবণের সম আয়তন মিশ্রণের বাফার দ্রবণের pH গণনা কর। [$Ka_1 = 4.3 \times 10^{-7}$, $Ka_2 = 5.6 \times 10^{-11}$]

সমাধান:

এখানে, $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$; $Ka_2 = 5.6 \times 10^{-11}$

অর্থাৎ দুর্বল এসিড HCO_3^- , অনুবন্ধী ক্ষার CO_3^{2-}

$$\therefore pH = -\log(Ka_2) + \log\left(\frac{0.1}{0.2}\right) = 9.95078$$

19. কোন দ্রবণের pH 4.745 থেকে 4.832 হয় 0.01 mole NaOH এর 250 mL ঐ দ্রবণের সাথে মেশালে। দ্রবণটির বাফার ক্যাপাসিটি কত ?

সমাধান:

250 ml এ আছে 0.01 mole NaOH

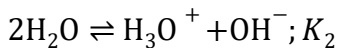
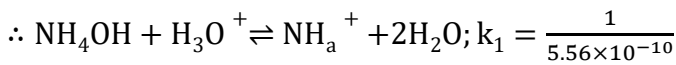
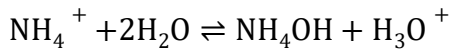
$$\therefore 250 \text{ ml এ আছে } \frac{0.01}{250} \times 1000 = 0.04 \text{ mole NaOH}$$

$$\therefore \text{ বাফার ক্যাপাসিটি } = \frac{1L \text{ এ যোগকৃত এসিড বা ক্ষারের মোল}}{pH \text{ এর পরিবর্তন}} = \frac{0.04}{4.832-4.745} = 0.46$$

20. নিচের সাম্যবিক্রিয়া দুটি লক্ষ্য কর:



সমাধান:



$$K_3 = \frac{K_2}{K_1} = \frac{10^{-14}}{5.56 \times 10^{-10}} = 1.8 \times 10^{-5}$$