

CHEMICAL CHANGE

(রাসায়নিক পরিবর্তন)

গ্রিন কেমিস্ট্রি

রসায়নের যে শাখায় সকল ধরনের রাসায়নিক কার্যক্রম এমনভাবে পরিচালিত হয় যেন পরিবেশ দূষণ সর্বনিম্ন পর্যায়ে থাকে তাকে গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

***গ্রিন কেমিস্ট্রির ভিত্তি চারটি**

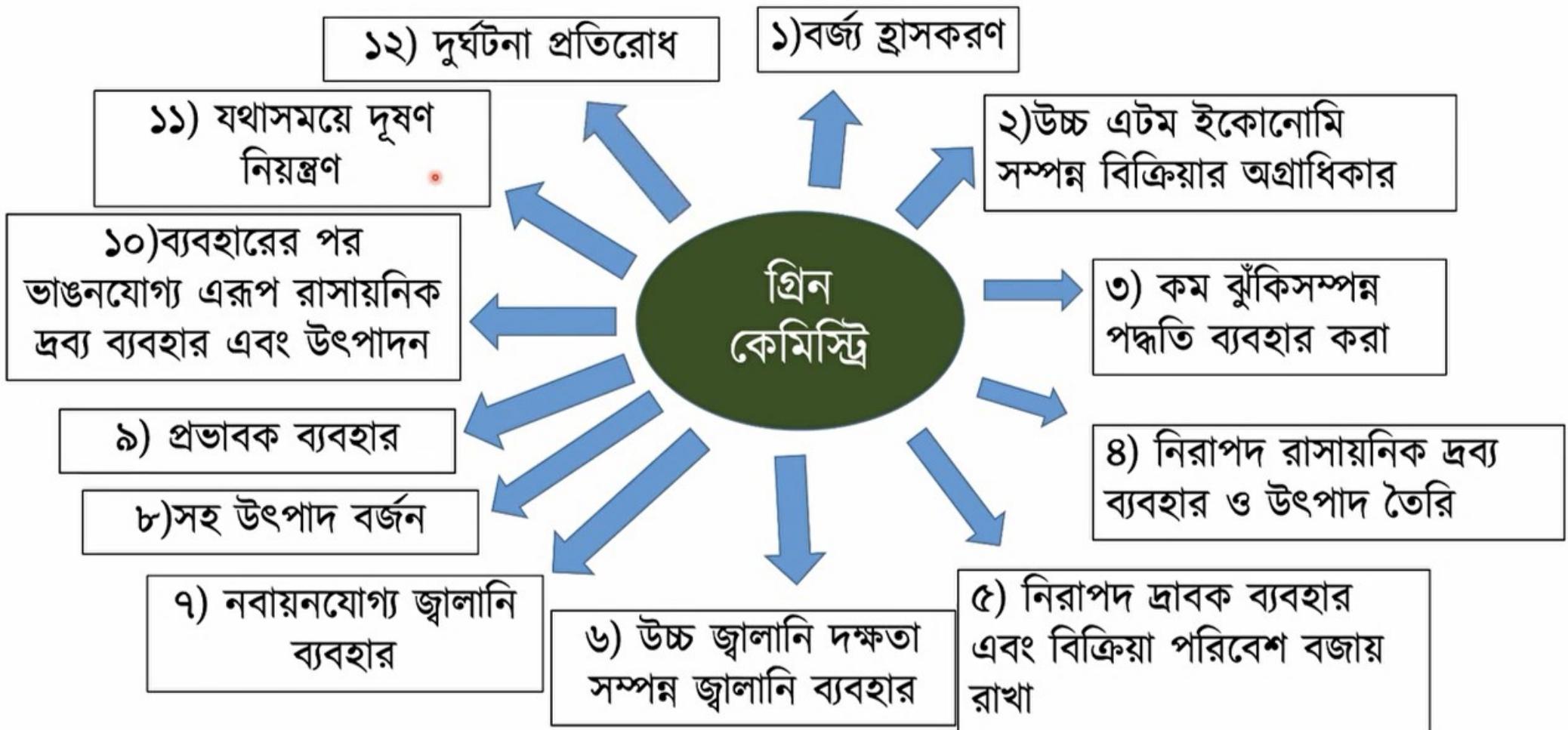
১) রাসায়নিক দ্রব্যঃ

- i. বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত এবং উৎপাদিত সকল রাসায়নিক দ্রব্যের বিষাক্ততা বা দূষণের সম্ভাবনা যথাসম্ভব কম রাখতে হবে।
- ii. অতি বিষাক্ত রাসায়নিক দ্রব্য পরিহার করাই শ্রেয়

২) দ্রাবকঃ

- i. গ্রিন দ্রাবক ব্যবহার (কম দূষণ ঘটায় এমন দ্রাবক),
- ii. দ্রাবক পুনরুদ্ধার বা পুনঃচক্রায়ন করে ব্যবহার
- iii. বিকল্প দ্রাবক ব্যবহার।

গ্রিন কেমিস্ট্রির নীতি



এটম ইকোনোমি(Atom Economy):

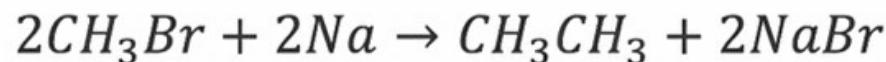
কোনো বিক্রিয়ায় কাঞ্চিত উৎপাদের মোট আণবিক ভর এবং বিক্রিয়াটিতে ব্যবহৃত সকল বিক্রিয়কের সংকেতের আণবিক ভরের সমষ্টির অনুপাতকে এটম ইকোনোমি বলে

$$\%AE = \frac{\text{কাঞ্চিত উৎপাদের সংকেতের আণবিক ভর}}{\text{বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত সকল বিক্রিয়কের সংকেতের আণবিক ভরের সমষ্টি}} \times 100$$

গ্রিন কেমিস্ট্রির দৃষ্টিতে কতিপয় ধারণা

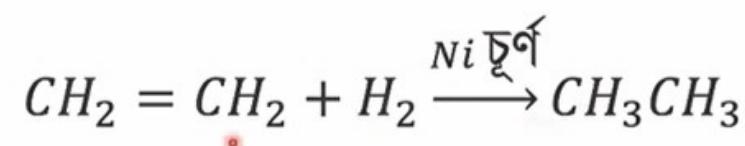
এটম ইকোনোমি(Atom Economy):

উদাহরণঃ মিথাইল ব্রোমাইড থেকে উর্জ বিক্রিয়ার মাধ্যমে ইথেন প্রস্তুতির প্রচলিত রাসায়নিক বিক্রিয়া



$$\%AE = \frac{\text{ইথেনের আণবিক ভর}}{\text{বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত সকল বিক্রিয়কের সংকেতের আণবিক ভরের সমষ্টি} \times 100 = \frac{30}{236} \times 100 = 12.71$$

সবুজ রসায়নের দৃষ্টিতে উপরের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপে সম্পন্ন করে কাঞ্চিত উৎপাদ পাওয়া যায়



$$\%AE = \frac{\text{ইথেনের আণবিক ভর}}{\text{বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত সকল বিক্রিয়কের সংকেতের আণবিক ভরের সমষ্টি} \times 100 = \frac{30}{30} \times 100 = 100$$

যেকোনো বিক্রিয়ার এটম ইকোনোমি যত বেশি হবে বিক্রিয়াটি তত পরিবেশবান্ধব হবে

৭(৮৮%)

গ্রিন কেমিস্ট্রির দৃষ্টিতে কতিপয় ধারণা

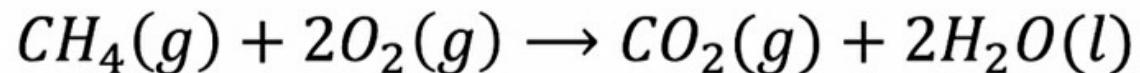


সুপার ক্রিটিকাল কার্বন ডাই অক্সাইডঃ

সম্ভব তাপমাত্রার নিচে কার্বন ডাই অক্সাইডের বিশেষ অবস্থা , যেখানে CO_2 কিছুটা তরলের ন্যায় এবং কিছুটা গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে। সুপার ক্রিটিকাল কার্বন ডাই অক্সাইড কে গ্রিন দ্রাবক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

একমুখী বিক্রিয়া

যে সকল রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়া মাধ্যমে উপস্থিতি বিক্রিয়ক অণুসমূহ নিজেদের মধ্যে বিক্রিয়া করে বা সংঘর্ষ করে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত হয়ে যায় তাকে একমুখী বিক্রিয়া বলে।
একমুখী বিক্রিয়া উপস্থাপনের সময় তীর (\rightarrow) চিহ্ন ব্যবহৃত হয়।



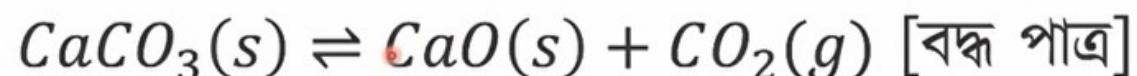
একমুখী বিক্রিয়ার শর্তঃ

- i. পাত্র অবশ্যই খোলা রাখতে হবে
- ii. বিক্রিয়ার স্থলে উৎপাদসমূহকে অধংক্ষিণ্ঠ হতে হবে



উভমুখী বিক্রিয়া

যে সকল রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়া মাধ্যমে উপস্থিত বিক্রিয়ক অণুসমূহ নিজেদের মধ্যে বিক্রিয়া করে বা সংঘর্ষ করে উৎপাদ উৎপন্ন করে ,উৎপাদ পুনরায় নিজেদের মধ্যে বিক্রিয়া করে সাধারণ বিক্রিয়ক অণু উৎপন্ন করে তবে সেই সমস্ত বিক্রিয়াকে উভমুখী বিক্রিয়া বলে।



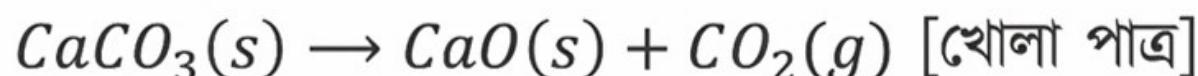
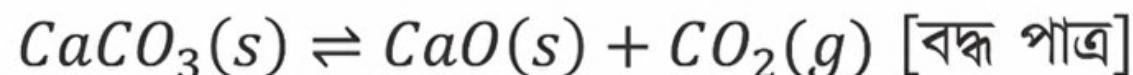
উভমুখী বিক্রিয়ার শর্তঃ

- আবন্ধ পাত্রে বিক্রিয়া ঘটাতে হবে।
- অধঃক্ষেপ পড়বে না।

একমুখী থেকে উভমুখী বিক্রিয়া

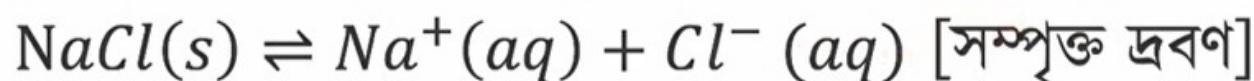
১) খোলা পাত্রে বিক্রিয়া সংঘটন

কোনো কঠিন বা তরল বিক্রিয়কের উৎপাদসমূহের মধ্যে কোনো একটি উৎপাদ যদি গ্যাসীয় হয় তাহলে সে সকল বিক্রিয়া খোলা পাত্রে সংঘটিত করলে একমুখী বিক্রিয়ায় রূপান্তরিত হবে।



২) অধঃক্ষেপণ

বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদ সমূহের কোনো একটি উৎপাদ বিক্রিয়াস্থল থেকে অধঃক্ষিণ্ড করেও উভমুখী বিক্রিয়াকে একমুখী বিক্রিয়ায় রূপান্তর করা যায়।



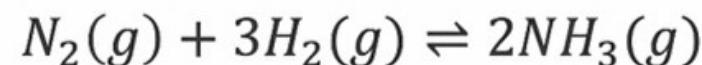
উভমুখী থেকে একমুখী বিক্রিয়া

৩) উৎপাদ অপসারণ

উভমুখী বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদ সমূহকে উৎপন্ন হবার সাথে সাথে বিক্রিয়াস্থল থেকে আলাদা করে ফেলতে হবে যাতে অন্য উৎপাদের সাথে বিক্রিয়া করার সুযোগ না থাকে

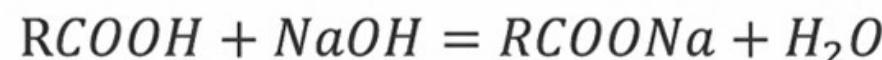
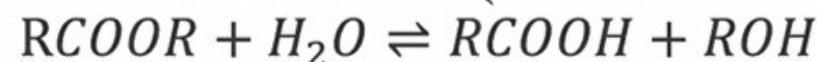
৪) জুল থমসন প্রভাবের মাধ্যমে উৎপাদ অপসারণ

হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সময় জুল থমসন প্রভাব কাজে লাগিয়ে উৎপাদ NH_3 কে অপসারণ করে বিক্রিয়া একমুখী করা হয়



৫) রাসায়নিক উপাদানের মাধ্যমে অপসারণ

রাসায়নিক পদার্থের সংযোগে কখনো কখনো সাম্যাবস্থায় প্রাপ্ত কোনো একটি উৎপাদ কে অন্য যৌগে রূপান্তর করে



উভমুখী থেকে একমুখী বিক্রিয়া

জুল থমসন প্রভাবঃ

সন্ধি তাপমাত্রার উপরে রক্ষিত কোনো গ্যাস কে উচ্চ চাপে সংকুচিত করে সরু ছিদ্রপথে নিম্ন চাপের অঞ্চলে স্থানান্তর করলে গ্যাসে তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে গ্যাসই তরলে পরিণত হয়। একে জুল থমসন প্রভাব বলে।

সন্ধি তাপমাত্রাঃ

•

যে তাপমাত্রায় ও যে তাপমাত্রার নিচে চাপ প্রয়োগে গ্যাসকে তরলে পরিণত করা যায় তাকে সন্ধি তাপমাত্রা বলে।
যেমনঃ কার্বন ডাই অক্সাইডের সন্ধি তাপমাত্রা 31.1 ডিগ্রী সেলসিয়াস

বিক্রিয়ার গতি

বিক্রিয়ার হার

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো বিক্রিয়ায় একক সময়ে ঘনমাত্রার যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিক্রিয়ার হার বলে।

$$\text{বিক্রিয়ার হার} = \frac{\text{ঘনমাত্রা}}{\text{সময়}} = \frac{\text{বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা হাসের পরিমাণ বা উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ}}{\text{উক্ত পরিবর্তনে ব্যয়কৃত সময়}}$$

একক: $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$

বিক্রিয়ার হারের গাণিতিক ব্যাখ্যা

বিক্রিয়ক

উৎপাদ

A

P

t_1

C_1

x_1

t_2

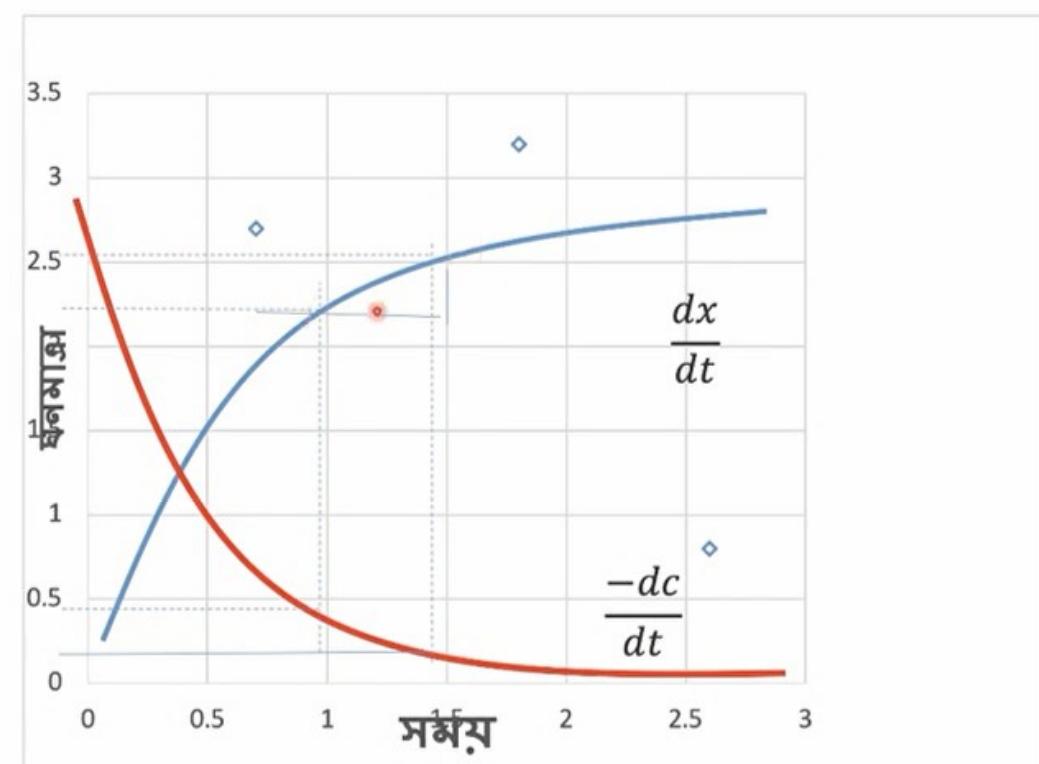
C_2

x_2

বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার পরিবর্তন = $C_2 - C_1 = -dc$

উৎপাদের ঘনমাত্রার পরিবর্তন = $x_2 - x_1 = dx$

পরিবর্তনে ব্যয়িত সময় = $t_2 - t_1 = dt$



বিক্রিয়ার গতি

Shortcut:

$$2A \rightarrow B$$

বিক্রিয়ার জন্য বেগ ,

$$Rate = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \text{ or } = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

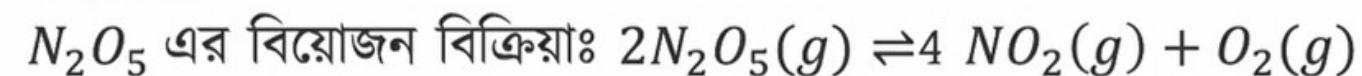
বিক্রিয়ার জন্য বেগ , $Rate = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$

Problems

Problem 1

$N_2O_5(g)$ এর বিয়োজনের সমীকরণ: $2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4 NO_2(g) + O_2(g)$ ও বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে
 যদি বিক্রিয়া শুরু হওয়ার 2 মিনিট 15 সেকেন্ডে NO_2 এর ঘনমাত্রা $5.25 \times 10^{-2} molL^{-1}$ বৃদ্ধি
 পায়, তবে বিক্রিয়ার হার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ



$$\text{বিক্রিয়ার হার} = \frac{1}{4} \frac{\Delta [NO_2]}{\Delta t}$$

$$= \frac{1}{4} \times \frac{5.25 \times 10^{-2}}{135}$$

$$= 9.72 \times 10^{-5} molL^{-1}s^{-1}$$

এখানে ,

$$\Delta t = 2 \text{ Minute } 15 \text{ sec} = 135 \text{ s}$$

$$\Delta [NO_2] = 5.25 \times 10^{-2} molL^{-1}$$

Problems

Problem 2

CCl_4 দ্রবণে N_2O_5 নিম্নলিখিতভাবে বিয়োজিত হয়ে NO_2 এবং O_2 তৈরি করে।



- 1) বিক্রিয়া সংঘটিত হবার 600s এবং 1200s সময়ে N_2O_5 এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে 1.34×10^{-2} এবং $0.92 \times 10^{-2} \text{ Mol/L}$ হলে ঐ সময়ে N_2O_5 এর বিয়োজনের গড় বেগ কত হবে?
- 2) একই শর্তে O_2 এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে 2×10^{-2} এবং 3.2×10^{-2} হলে উক্ত বিক্রিয়ায় O_2 উৎপাদনের গড় বেগ কত হবে?

Answer:

$$\begin{aligned} 1) N_2O_5 \text{ বিয়োজনের গড় বেগ} &= -\frac{1}{2} \frac{\Delta [N_2O_5]}{\Delta t} \\ &= -\frac{1}{2} \times \frac{0.92 \times 10^{-2} - 1.3 \times 10^{-2}}{1200 - 600} = 3.6 \times 10^{-6} \text{ mol/L/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) O_2 \text{ উৎপাদনের বেগ} &= \frac{\Delta [O_2]}{\Delta t} \\ &= \frac{3.2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-2}}{1200 - 600} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L/s} \end{aligned}$$

Problems

Problem 3

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ যদি এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে NH_3 এর উৎপাদনের হার $4.25 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ হয় তবে, N_2 ও H_2 কী হারে বিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করে NH_3 তে পরিণত হয় তা নির্ণয় কর

Answer:

$$\text{বিক্রিয়ার হার} = -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{-1}{3} \cdot \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} \dots\dots(1)$$

N_2 এর বিক্রিয়ার হার নির্ণয়ঃ

$$(1) \text{ নং থেকে পাই, } -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$\text{Or, } -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times 4.25 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$$

$$= 2.125 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$$

Problems

Problem 3

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ যদি এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে NH_3 এর উৎপাদনের হার $4.25 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ হয় তবে, N_2 ও H_2 কী হারে বিক্রিয়ার অংশগ্রহণ করে NH_3 তে পরিণত হয় তা নির্ণয় কর

Answer:

$$\text{বিক্রিয়ার হার} = -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{-1}{3} \cdot \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} \dots\dots(1)$$

H_2 এর বিক্রিয়ার হার নির্ণয়ঃ

$$(1) \text{ নং থেকে পাই, } -\frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$\text{Or, } -\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 3 \times \frac{1}{2} \times 4.25 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$$

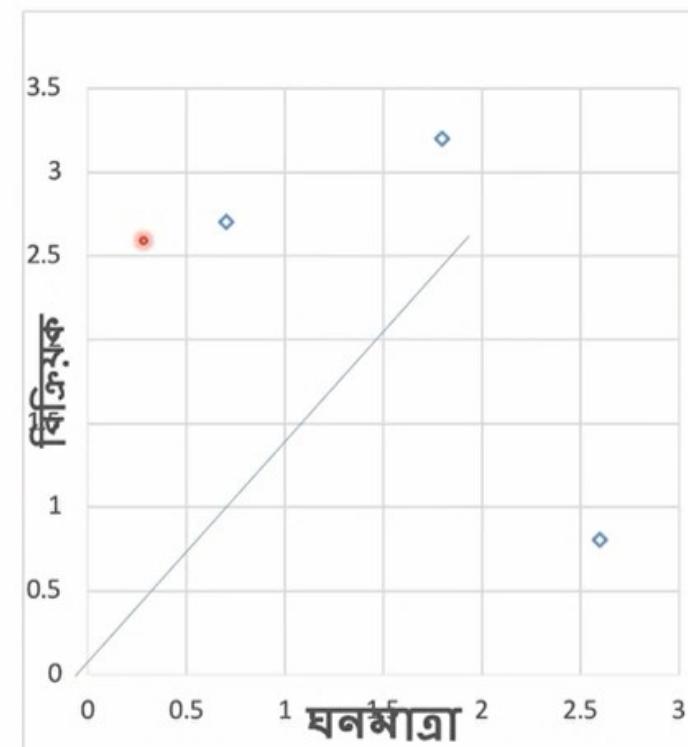
$$= 6.375 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$$

১) বিক্রিয়কের প্রকৃতি

২) ঘনমাত্রার প্রভাবঃ

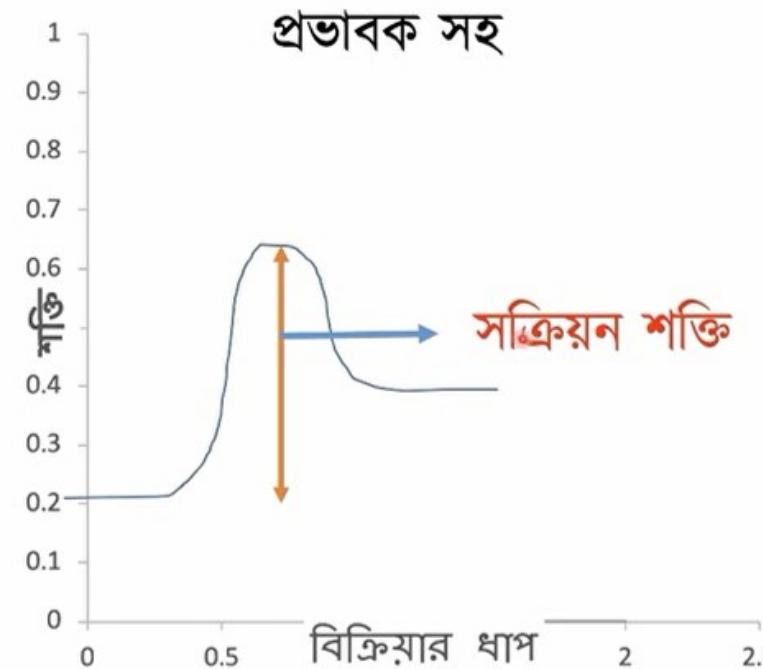
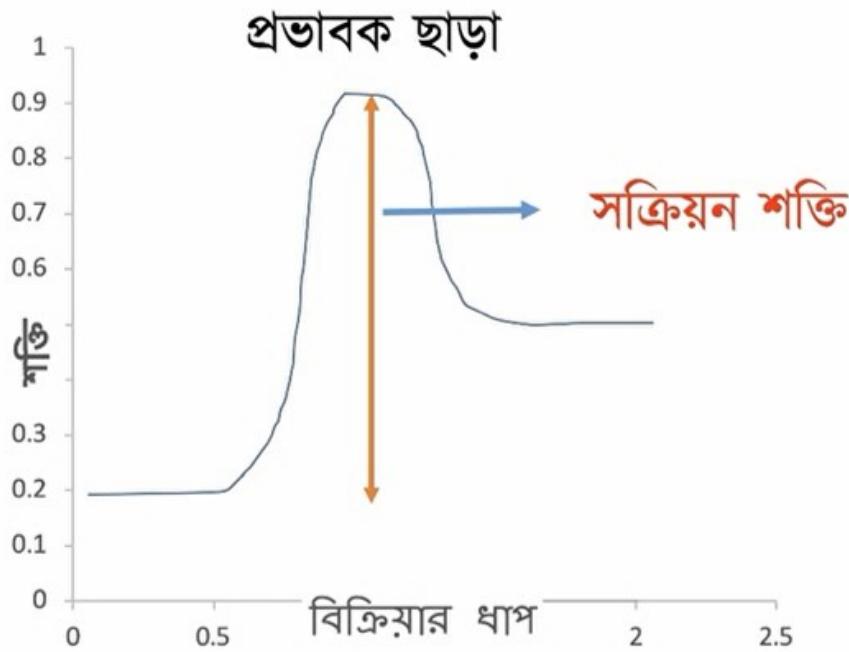
নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে
বিক্রিয়কগুলোর গাঢ়ত্ব বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার গতিবেগ
বেড়ে যায়।

কারণ বিক্রিয়কের গাঢ়ত্ব বাড়লে প্রতি একক আয়তনে
অণু সংখ্যা বাড়ে আর ফলে প্রতি একক সময়ে
বিক্রিয়ক অণুগুলোর মধ্যে কার্যকরী সংঘর্ষের সংখ্যা
বৃদ্ধি পায়। তাই গতিবেগ ও বাড়ে



বিক্রিয়ার হারের উপর বিভিন্ন বিষয়ের প্রভাব

৩) প্রভাবকের প্রভাবঃ



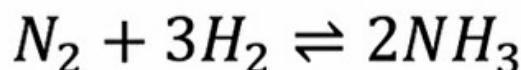
প্রভাবক সহ একটি বিকল্প পথে বিক্রিয়া ঘটে যেখানে সক্রিয়ণ শক্তি কম

বিক্রিয়ার হারের উপর বিভিন্ন বিষয়ের প্রভাব

৩) প্রভাবকের প্রভাবঃ

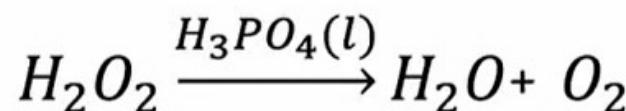
ধনাত্মক প্রভাবকঃ

হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপন্নের সময় Fe গুড়া ব্যবহার করে বিক্রিয়ার হার 18% থেকে 25% করা যায়



খনাত্মক প্রভাবকঃ

হাইড্রোজেন পার অক্সাইড থেকে অক্সিজেন তৈরীর সময় H_3PO_4 ব্যবহার করে বিক্রিয়ার হার হ্রাস করা যায়।



বিক্রিয়ার হারের উপর বিভিন্ন বিষয়ের প্রভাব

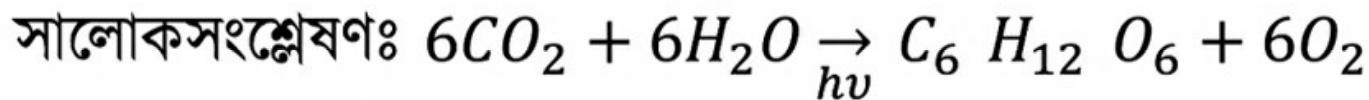
৪) চাপের প্রভাবঃ

গ্যাসীয় মাধ্যমে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে চাপ প্রয়োগে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়, ফলে অণুসমূহের মধ্যে সংঘর্ষের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় বলে বিক্রিয়ার হার ও বৃদ্ধি পায়।

৫) আলোর প্রভাবঃ

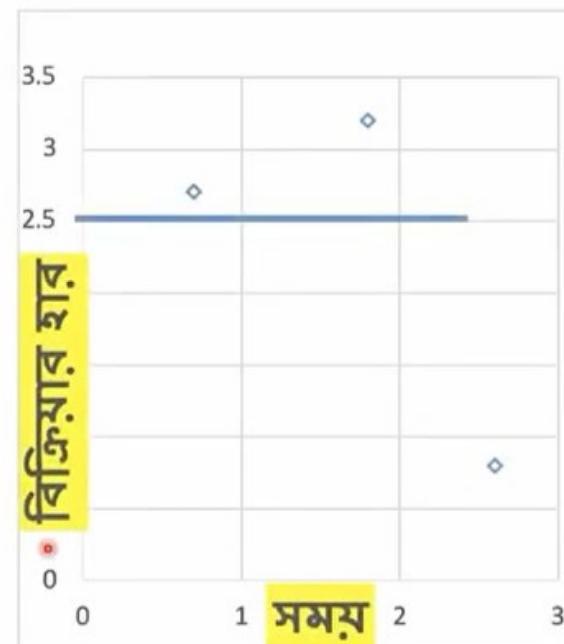
আলোক সংবেদী বিক্রিয়াগুলোতে আলোর উপস্থিতি অনস্বীকার্য।

যেমনঃ



আলোক সংবেদী বিক্রিয়াগুলোর বৈশিষ্ট্য হলো

- ক) বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক থাকে
- খ) বিক্রিয়ার হার ঘনমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়না



সক্রিয়ণ শক্তি

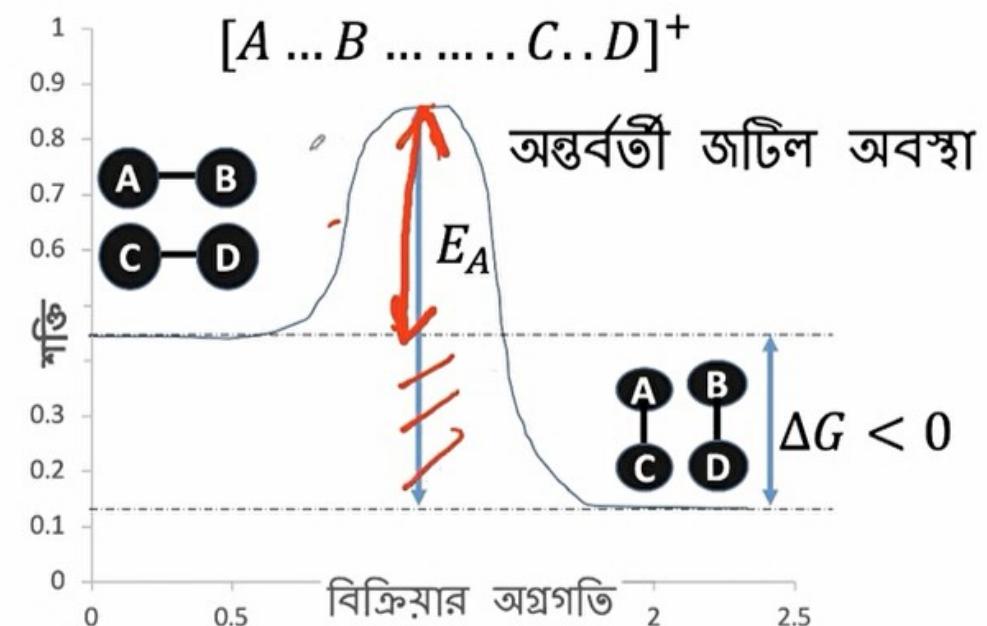
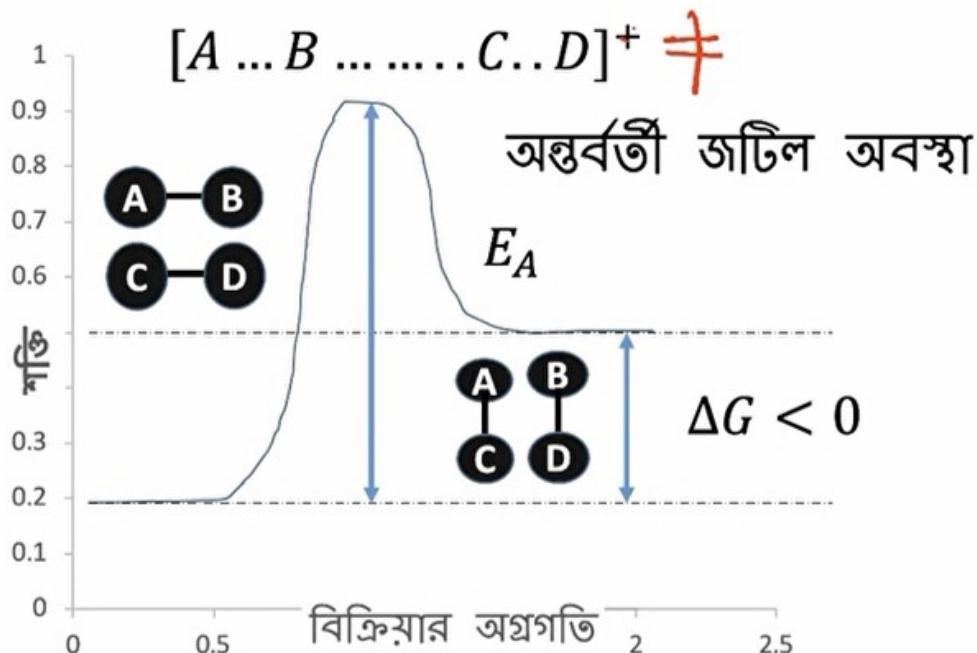
ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি সঞ্চয় করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করে সেই পরিমাণ শক্তিকে বলে সক্রিয়ণ শক্তি একে E_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়ার যে অবস্থায় বিক্রিয়ক অণুর পরমাণুসমূহের মধ্যেকার বিদ্যমান আকর্ষণ বল অর্থাৎ বন্ধন ভঙ্গতে থাকে এবং একই সময়ে উৎপাদ অণুসমূহের সৃষ্টি হতে থাকে সেই অবস্থাকে অন্তর্বর্তী জটিল অবস্থা বলে।

অন্তর্বর্তী জটিল অবস্থায় প্রাপ্ত উপাদানকে অন্তর্বর্তী জটিল যৌগ বলে।

যেকোনো বিক্রিয়ায় অন্তর্বর্তী জটিল অবস্থায় প্রাপ্ত শক্তি এবং বিক্রিয়কের প্রারম্ভিক অবস্থায় প্রাপ্ত শক্তির পার্থক্য ই সক্রিয়ণ শক্তি।

সক্রিয়ণ শক্তি



আরহেনিয়াস সমীকরণ (Arrhenius Equation)

□ বিক্রিয়ার হারের উপর তাপমাত্রার প্রভাব বিস্তারকারী আরহেনিয়াসের (Arrhenius) সমীকরণঃ

আরহেনিয়াসের ধারণামতে, $\text{Rate} \propto e^{-E_a/RT}$ (i) [R= মোলার গ্যাস ধ্রুবক, T=পরম তাপমাত্রা, E_a = সক্রিয়ন শক্তি]

আবার, $\text{Rate} \propto N$ (ii) [N= কার্যকর সংঘর্ষ সংখ্যা]

(i) ও (ii) এর থেকে পাই, $\text{Rate} \propto Ne^{-E_a/RT}$

বা, $\text{Rate} = x \times Ne^{-E_a/RT}$ (iii) [এখানে, A = x × N; A= আরহেনিয়াস ধ্রুবক]

গতি সুত্রানুসারে, $\text{Rate} \propto C$ বা $\text{Rate} = kC$; যখন C = 1M তখন Rate= k (iv)

সমীকরণ (iii) ও (iv) থেকে পাই $k = Ae^{-E_a/RT}$

এটি আরহেনিয়াস সমীকরণ বলে পরিচিত যা বিক্রিয়ার হারের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করে।

$k = Ae^{-E_a/RT}$ সমীকরণের উভয় পাশে Natural log (ln) নিয়ে পাই,

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \dots \dots (v)$$

$$\text{বা, } 2.303 \log k = 2.303 \log A - \frac{E_a}{RT} \quad \text{বা, } \log k = \log A - \frac{E_a}{2.303 RT}$$

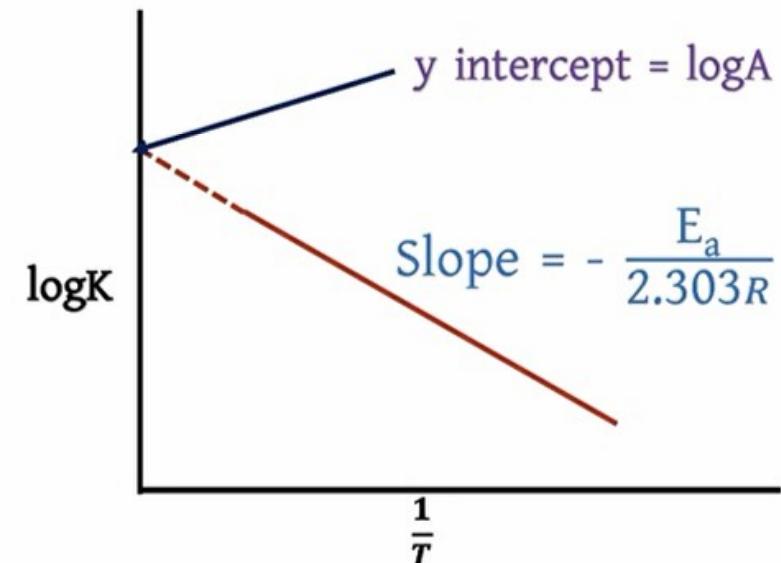
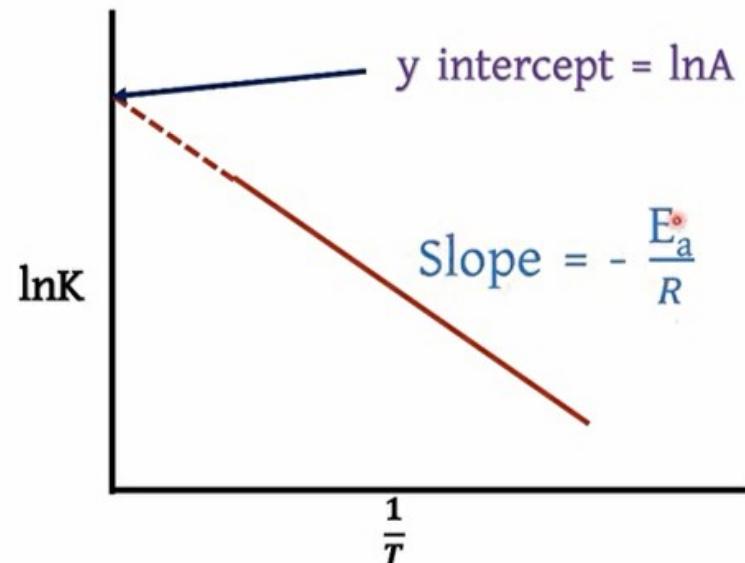
আরহেনিয়াস সমীকরণ (Arrhenius Equation)

- বিক্রিয়ার হারের উপর তাপমাত্রার প্রভাব বিস্তারকারী আরহেনিয়াসের (Arrhenius) সমীকরণঃ

$$\text{বা, } \log K = \log A - \frac{E_a}{2.303RT}$$

$$\text{পুনর্বিন্যাস করে পাই, } \log K = - \frac{E_a}{2.303 R} \frac{1}{T} + \log A;$$

সমীকরণটি $y = mx + c$ সমীকরণের অনুরূপ বিধায় $\log K$ এর বিপরীতে $\frac{1}{T}$ বসিয়ে নিচের চিত্রের অনুরূপ সরল রেখা পাওয়া যাবে যা y অক্ষকে ছেদ করবে।



আরহেনিয়াস সমীকরণ (Arrhenius Equation)

- তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে বেগ ধ্রুবকের পরিবর্তন সূচক সমীকরণ প্রতিপাদনঃ**

মনে করি, T_1 তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবক = k_1

এবং, T_2 তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবক = k_2

অতএব $\ln K = \ln A - \frac{E_a}{RT}$ সমীকরণ অনুসারে,

$$\ln K_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} \quad \dots\dots(vi)$$

$$\ln K_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \quad \dots\dots(vii)$$

$$\ln K_2 - \ln K_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} - \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \quad [(vii) - (vi) করে]$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \Rightarrow \log \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{2.303 T_1 T_2} \right) \quad \dots\dots(viii)$$

PROBLEM

প্রশ্ন ১: 127°C ও 137°C তাপমাত্রায় গোল্ড পৃষ্ঠতলে মিথানয়িক এসিডে বিয়োজনের বেগ ধ্রুবকের মান যথাক্রমে $2.05 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ও $4.4 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ । বিক্রিয়াটির সক্রিয়ন শক্তি হিসাব কর। 147°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির বেগ ধ্রুবক হিসাব কর।



এখানে, $T_1 = (127 + 273) \text{ K} = 400 \text{ K}$ এবং $T_2 = (137 + 273) \text{ K} = 410 \text{ K}$
 $k_1 = 2.05 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $k_2 = 4.4 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $R = 8.32 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

আমরা জানি, $\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$

$$\text{বা, } E_a = \frac{RT_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{8.32 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 400 \text{ K} \times 410 \text{ K}}{(410 - 400) \text{ K}} \ln \frac{4.4 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}}{2.05 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} = 104214.17 \text{ Jmol}^{-1} = 104.2 \text{ kJmol}^{-1}$$

বা, 420K তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবক k_3 হয়,

$$\ln \frac{k_3}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_3 - T_1}{T_1 T_3} \right) = \frac{104214.17 \text{ Jmol}^{-1} (420 - 400) \text{ K}}{8.32 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 400 \text{ K} \times 420 \text{ K}} = 1.4912 \quad \therefore \frac{k_3}{k_1} = 4.4422$$

$$\text{বা, } k_3 = 4.4422 \times 2.05 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} = 9.1 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$$

PROBLEM

প্রশ্ন ২: একটি বিক্রিয়ার ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রায় বেগ ঝুঁকের মানের ভিত্তিতে $\log K$ বনাম T^{-1} এর বিপরীতে স্থাপন করে যে সরল রেখা পাওয়া যায়, তার ঢাল -2.872×10^3 বিক্রিয়াটির সক্রিয়ন শক্তির মান নির্ণয় কর।



$$-\frac{E_a}{2.303R} = -2.872 \times 10^3$$

$$\Rightarrow E_a = 2.303 \times 8.32 \times 2.872 \times 10^3$$

$$\therefore E_a = 55 \text{ kJmol}^{-1}$$

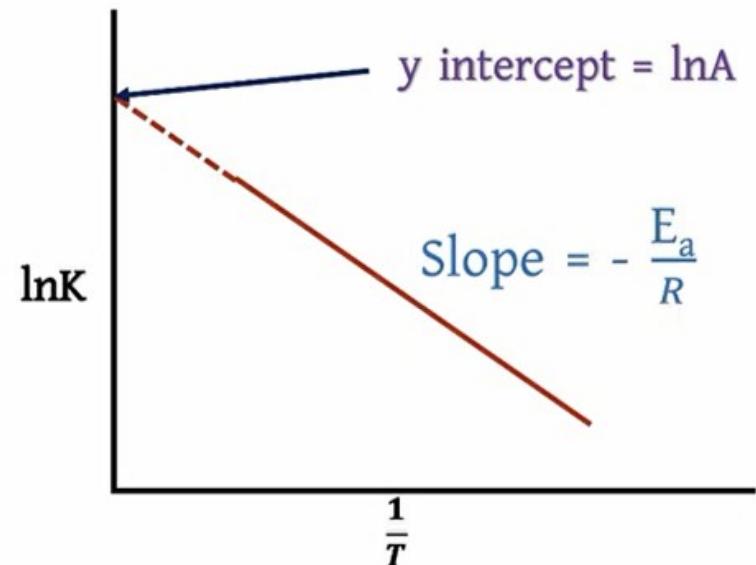
•

PROBLEM

প্রশ্ন ৩: বিভিন্ন তাপমাত্রায় $2\text{N}_2\text{O}_{5(g)} \rightarrow 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ বিক্রিয়াটির হার ধ্রুবক বের করা হল। প্রাপ্ত ফলাফল অনুযায়ী $\ln K$ বনাম $\frac{1}{T}$ এর লেখচিত্র অঙ্কিত করায় যে রেখা পাওয়া গেল তার ঢাল -1.2×10^4 ।
বিক্রিয়াটির সক্রিয়ন শক্তি নির্ণয় কর



$$E_a = -mR = -(-1.2 \times 10^4) \times 8.32$$



প্রভাবক (Catalyst)

□ প্রভাবক কি?

যে সকল রাসায়নিক উপাদান ব্যবহার করে বিক্রিয়ার গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয় এবং বিক্রিয়া শেষে যাদের বৈশিষ্ট্য ও পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে তাদেরকে প্রভাবক বলে।

প্রভাবকের বৈশিষ্ট্যঃ

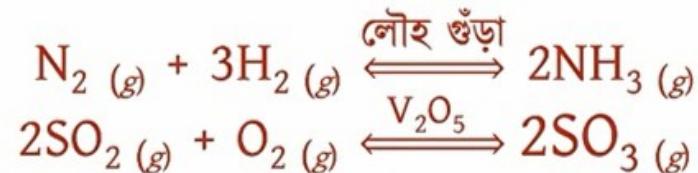
1. এরা সুনির্দিষ্ট
2. প্রভাবক কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় প্রকৃতির হতে পারে।
3. প্রভাবক বিক্রিয়া শুরু বা শেষ করতে পারে না। শুধুমাত্র গতিশীল বিক্রিয়ার গতি হ্রাস বৃদ্ধি করতে পারে।
4. বিক্রিয়া শুরুর পূর্বে ও শেষে প্রভাবকের পরিমাণ, ধর্ম ও বৈশিষ্ট্য অপরিবর্তিত থাকে।
5. সাম্যাবস্থার উপর প্রভাবকের প্রভাব নাই।
6. প্রভাবকের পরিমাণ বিক্রিয়ার হারকে প্রভাবিত করে না।

প্রভাবক (Catalyst)

□ প্রভাবকের শ্রেণিবিভাগঃ

ক) ধনাত্মক প্রভাবক (Positive Catalyst):

যে সকল রাসায়নিক পদার্থ বিক্রিয়ায় উপস্থিতি থেকে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে এবং বিক্রিয়া শেষে যাদের বৈশিষ্ট্য ও পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে তাদেরকে ধনাত্মক প্রভাবক বলে।



খ) ঋণাত্মক প্রভাবক (Negative Catalyst):

যে সকল রাসায়নিক পদার্থ বিক্রিয়ায় উপস্থিতি থেকে বিক্রিয়ার গতি হ্রাস করে এবং বিক্রিয়া শেষে যাদের বৈশিষ্ট্য ও পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে তাদেরকে ঋণাত্মক প্রভাবক বলে।



গ) স্ব-প্রভাবক (Auto Catalyst):

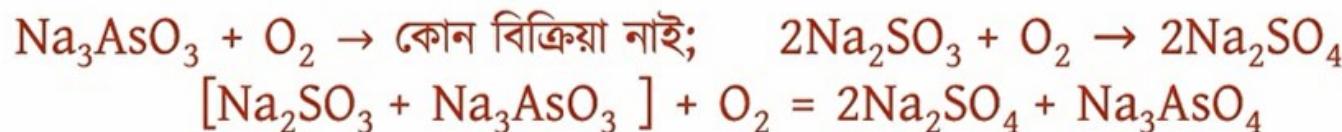
যে সকল রাসায়নিক পদার্থ কোন বিক্রিয়ায় তৈরি হওয়ার পর বিক্রিয়ার গতি নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে স্ব-প্রভাবক বলে।



প্রভাবক (Catalyst)

ঘ) আবিষ্ট প্রভাবক (Induced Catalyst):

যদি কোন বিক্রিয়ায় কোন একটি বিক্রিয়কের উপস্থিতি অন্য কোন পদার্থকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা নির্দেশ করে তখন প্রভাব বিস্তারকারী যোগাটিকে আবিষ্ট প্রভাবক বলে।



ঙ) প্রভাবক সহায়ক (Catalyst Promoter):

যে সকল রাসায়নিক পদার্থ কোন বিক্রিয়ায় উপস্থিত থেকে প্রভাবকের সক্রিয়তা বৃদ্ধি করে তাকে প্রভাবক সহায়ক বা প্রভাবক বিবর্ধক বা প্রভাবক উত্তেজক বলে।



চ) প্রভাবক বিষ (Catalyst Poison):

যে সকল রাসায়নিক পদার্থ কোন বিক্রিয়ায় উপস্থিত থেকে প্রভাবকের সক্রিয়তা হ্রাস করে তাকে প্রভাবক বিষ বলে।

যেমনঃ হেবার পদ্ধতিতে সালফার প্রভাবক বিষের কাজ করে

প্রভাবক (Catalyst)

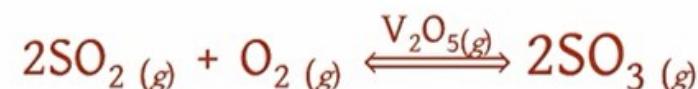
□ প্রভাবন (Catalysis)

যে কৌশলের সাহায্যে প্রভাবক কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি নিয়ন্ত্রণ করে তাকে প্রভাবন বলে।

□ প্রভাবনের প্রকারভেদঃ

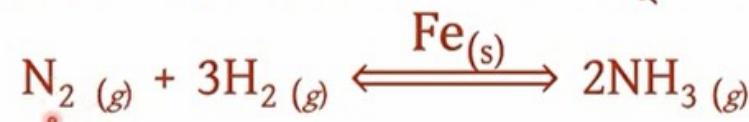
ক) সমসত্ত্ব প্রভাবন (Homogenous Catalysis):

যে প্রভাবন প্রক্রিয়ায় বিক্রিয়ক, উৎপাদ ও প্রভাবক একই ভৌত অবস্থায় বিরাজ করে তাকে সমসত্ত্ব প্রভাবন বলে। যেমনঃ স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 তৈরির সময় SO_2 কে জারিত করে SO_3 পাওয়া যায়। এসময় V_2O_5 কে প্রভাবক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।



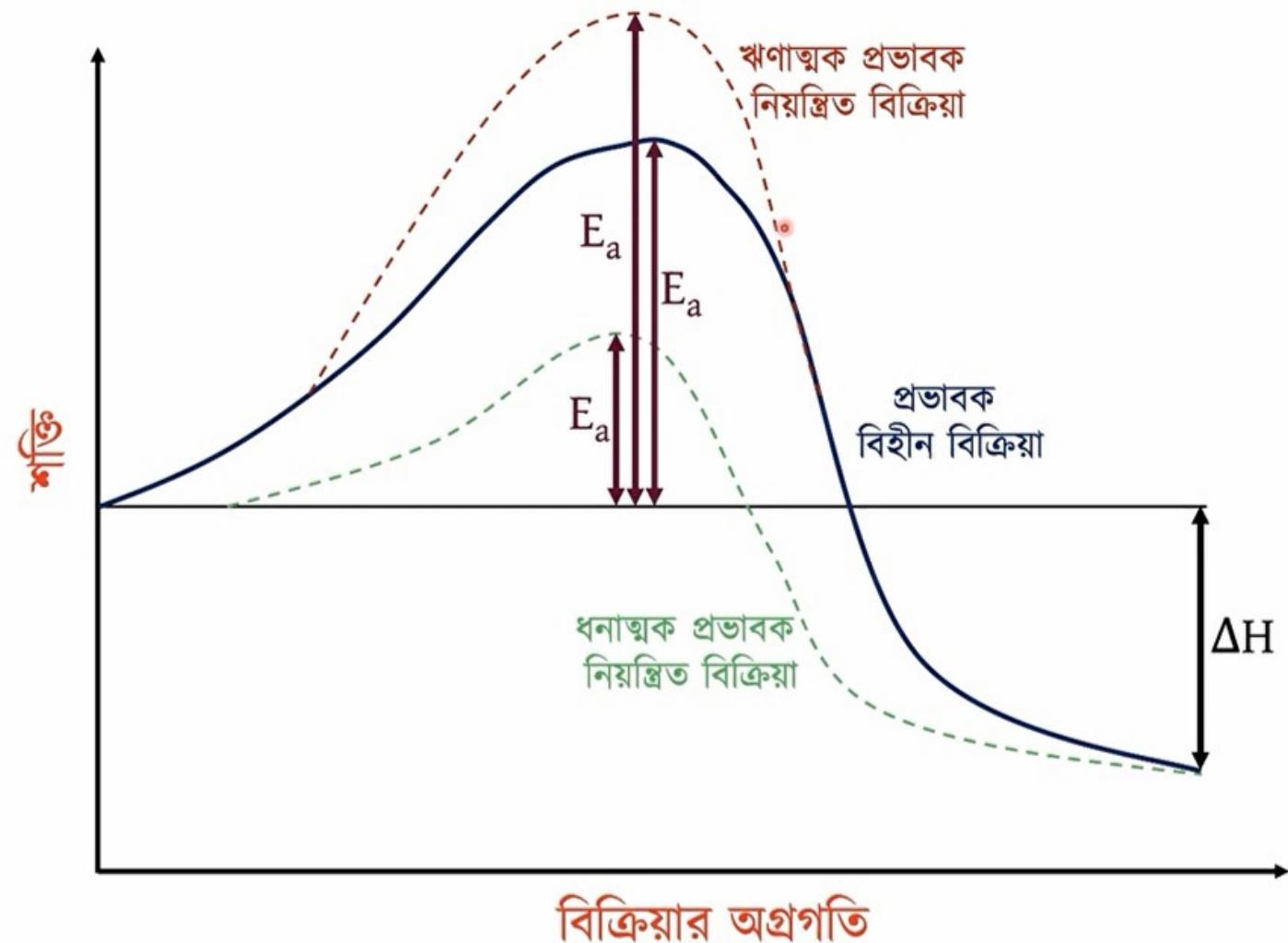
খ) অসমসত্ত্ব প্রভাবন (Heterogenous Catalysis):

যে প্রভাবন প্রক্রিয়ায় বিক্রিয়ক, উৎপাদ ও প্রভাবক একই ভৌত অবস্থায় বিরাজ করে না তাকে অসমসত্ত্ব প্রভাবন বলে। যেমনঃ হেবার প্রণালিতে অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণের সময় আয়রণ চূর্ণ অসমসত্ত্ব প্রভাবক হিসেবে ক্রিয়া করে



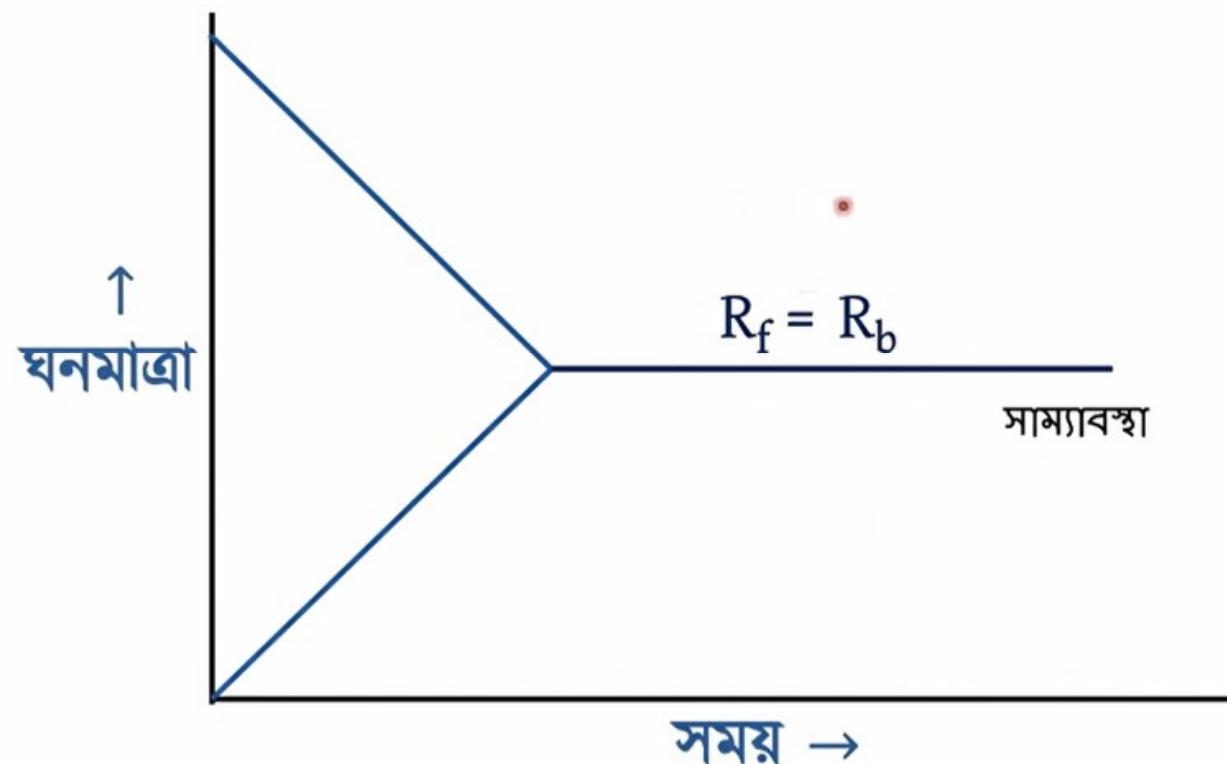
প্রভাবক (Catalyst)

সক্রিয়ন শক্তি বা
বিক্রিয়ার হারের উপর
প্রভাবকের প্রভাব



রাসায়নিক সাম্যাবস্থা
(Chemical Equilibrium)

উভমুখী বিক্রিয়ার যে অবস্থায় সম্মুখ ও পশ্চাত্মুখী বিক্রিয়ার গতিবেগ সমান থাকে সেই অবস্থাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।



রাসায়নিক সাম্যবস্থা (Chemical Equilibrium)

রাসায়নিক সাম্যবস্থার বৈশিষ্ট্যঃ

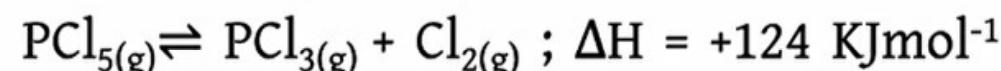
১. রাসায়নিক সাম্যবস্থা উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে দৃশ্যমান। $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
২. রাসায়নিক সাম্যবস্থা আবদ্ধ পরিমন্তলে সংগঠিত হয়। কেননা বিক্রিয়ায় সক্রিয় উপাদান থাকলে বা গ্যাসীয় উপাদান থাকলে খোলা অবস্থায় সাম্যবস্থার স্থিতিশীলতা নষ্ট হয়।
 $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ [খোলা পাত্র] ; $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ [বন্ধ পাত্র]
৩. রাসায়নিক সাম্যবস্থা একটি অসম্পূর্ণ প্রক্রিয়া।
৪. রাসায়নিক সাম্যবস্থার উপর প্রভাবকের প্রভাব নেই।
৫. ল্যা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে বিভিন্ন নিয়ামক সাম্যবস্থার উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে।
৬. সাম্যবস্থা উভয় দিক থেকেই অর্জিত হতে পারে।
৭. সাম্যবস্থা একটি গতিশীল প্রক্রিয়া।
৮. রাসায়নিক সাম্যবস্থায় সম্মুখ ও পশ্চাত্মুখী বিক্রিয়ার গতিবেগ সমান থাকে।

লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle)

“সাম্যাবস্থায় বিরাজিত কোনো বিক্রিয়া সিস্টেমে, সাম্যাবস্থার উপর প্রভাব বিস্তারকারী নিয়ামকের(যেমন- তাপমাত্রা, চাপ, গাঢ়ত্ব, বা ঘনত্ব ইত্যাদি) কোনো একটি পরিবর্তন করলে বিক্রিয়া সিস্টেম সেই পরিবর্তনজনিত ফলাফলকে বাধা দানে চেষ্টা করে, যাতে ঐ পরিবর্তনজনিত প্রভাব বা ফলাফল যতদূর সম্ভব প্রশমিত হয়”

লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার প্রভাব:

ক) তাপহারী বিক্রিয়ার উপর লা-শ্যাতেলিয়ার নীতির প্রয়োগঃ



এই বিক্রিয়াটি তাপহারী বা তাপগ্রাহী। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে যাবে অর্থাৎ PCl_3 ও Cl_2 এর উৎপাদন বাঢ়বে। কিন্তু পশ্চাত্মুখী বিক্রিয়া তাপোৎপাদী। তাই তাপমাত্রা হ্রাস করলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে যাবে, PCl_5 এর উৎপাদন কমবে।

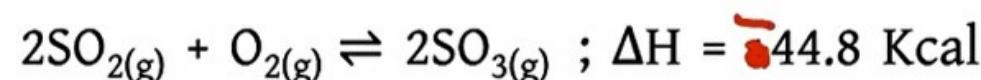
লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle)

“সাম্যাবস্থায় বিরাজিত কোনো বিক্রিয়া সিস্টেমে, সাম্যাবস্থার উপর প্রভাব বিস্তারকারী নিয়ামকের(যেমন- তাপমাত্রা, চাপ, গাঢ়ত্ব, বা ঘনত্ব ইত্যাদি) কোনো একটি পরিবর্তন করলে বিক্রিয়া সিস্টেম সেই পরিবর্তনজনিত ফলাফলকে বাধা দানে চেষ্টা করে, যাতে ঐ পরিবর্তনজনিত প্রভাব বা ফলাফল যতদূর সম্ভব প্রশমিত হয়”

লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার প্রভাব:

খ) তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার উপর লা-শ্যাতেলিয়ার নীতির প্রয়োগঃ

তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে যাবে এবং তাপমাত্রা হ্রাসে সাম্যাবস্থা ডানে যাবে। যেমনঃ



এই তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পশ্চাত বিক্রিয়া আরও বেশি করে ঘটবে এবং SO_3 এর উৎপাদন কমবে।

লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle)

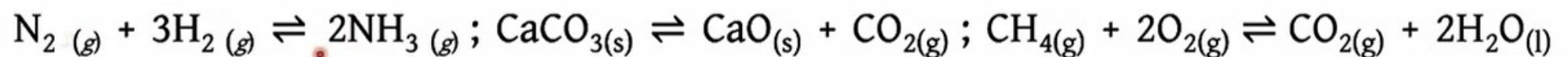
লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব:

সাম্যাবস্থার লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপের প্রভাব দেখতে হলে কিছু শর্ত মানতে হয় যা হল-

i) বিক্রিয়ায় গ্যাসীয় উপাদানের উপস্থিতি



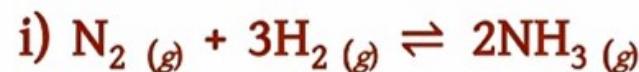
ii) বিক্রিয়ক ও উৎপাদ অণুসমূহের মোল সংখ্যার পার্থক্য থাকতে হবে অর্থাৎ $\Delta n \neq 0$



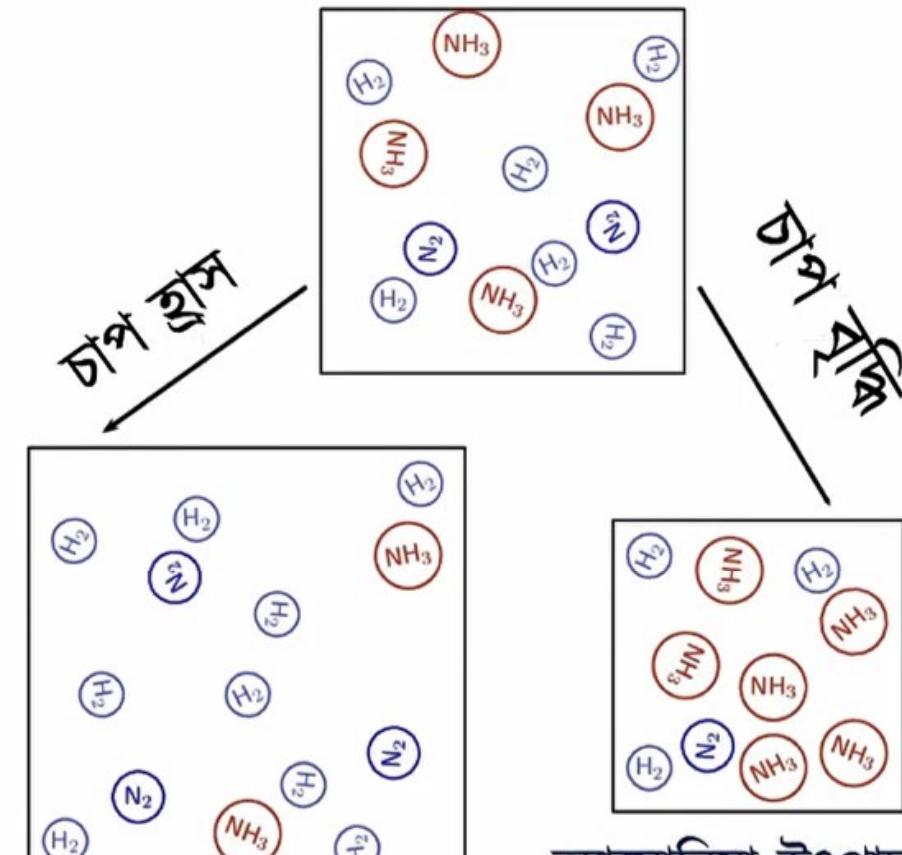
লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle)

লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার

উপর চাপের প্রভাব:



এক্ষেত্রে আয়তন সংকোচন NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়, কারণ আয়তন হ্রাস পায় বলে ঘনমাত্রা ও সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায়। ফলে চাপ প্রয়োগে অধিক অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। আবার, চাপ কমালে আয়তন বৃদ্ধির ফলে ঘনমাত্রা হ্রাস পেয়ে প্রতি একক আয়তনে সংঘর্ষ হ্রাস পায়।



অ্যামোনিয়া উৎপাদন বৃদ্ধি

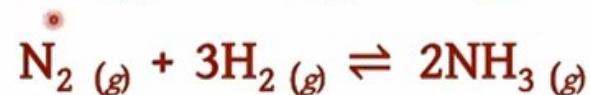
লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি (Le-Chatelier's Principle)

লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব:



এক্ষেত্রে সম্মুখ বিক্রিয়ায় অণু সংখ্যা বেশি। সুতরাং চাপ বৃদ্ধিতে বিয়োজন হ্রাস পায়। চাপ হ্রাস করলে ঠিক বিপরীত বিক্রিয়া ঘটবে অর্থাৎ PCl_3 এবং Cl_2 - এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

লা-শ্যাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থার উপর বিক্রিয়ার গাঢ়ত্বের পরিবর্তনের ফল:



শিল্পোৎপাদনে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি

বাণিজ্যিক প্রয়োগ:



- উভমুখী
- তাপোৎপাদন
- সকল উপাদান গ্যাসীয়
- আয়তন সংকোচন
- সংযোজন

সাম্যাবস্থা ডানে নেয়ার চেষ্টা উৎপাদন বৃদ্ধি

তাপমাত্রাঃ

অত্যন্ত উচ্চ তাপমাত্রা[°] -- 450° - 550°

যাতে সবচেয়ে বেশি NH₃ উৎপন্ন হবে

চাপঃ

সবই গ্যাস ; Δn ≠ 0

চাপের প্রভাব আছে

অত্যন্ত উচ্চ চাপ -- 200 atm

শিল্পোৎপাদনে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি

বাণিজ্যিক প্রয়োগ:



- উভমুখী
- তাপোৎপাদন
- সকল উপাদান গ্যাসীয়
- আয়তন সংকোচন
- সংযোজন

সাম্যাবস্থা ডানে নেয়ার চেষ্টা উৎপাদন বৃদ্ধি

□ উৎপাদ অপসারণঃ

উৎপাদ বৃদ্ধির জন্য \rightarrow সাম্যাবস্থা ডানে সরানোর চেষ্টা
অর্থাৎ একমুখী করা

NH_3 অপসারণ
জুল থমসন প্রভাবক
উৎপাদন বৃদ্ধি

□ উপযুক্ত প্রভাবকঃ

Fe গুঁড়া [বাণিজ্যিক Concept থেকে]

সহায়ক প্রভাবকঃ $Mo/Al_2O_3/K_2O$

শিল্পোৎপাদনে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি

বাণিজ্যিক প্রয়োগ:



- উভমুখী
- তাপোৎপাদন
- সকল উপাদান গ্যাসীয়
- আয়তন সংকোচন
- সংযোজন

সাম্যাবস্থা ডানে নেয়ার চেষ্টা উৎপাদন বৃদ্ধি

□ প্রভাবক উদ্ভেজকঃ

প্রভাবকের পৃষ্ঠতল বৃদ্ধি করে। যাতে অধিক পরিমাণ N_2 এসে Fe এর ফাঁকা orbital এ যুক্ত হতে পারে।

শিল্পোৎপাদনে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি

বাণিজ্যিক প্রয়োগ:



- উভমুখী
- ~~তাপোৎপাদনী~~ তাপমাত্রা
- সকল উপাদান গ্যাসীয়
- আয়তন সংকোচন
- সংযোজন

সাম্যাবস্থা ডানে নেয়ার চেষ্টা উৎপাদন বৃদ্ধি

তাপমাত্রা:

এটি ~~তাপোৎপাদনী~~ বিক্রিয়া।

~~অপ~~ বাড়ালে সাম্যাবস্থা পেছাবে

অত্যানুকূল তাপমাত্রা -- $450^\circ - 550^\circ$

চাপ:

অত্যানুকূল চাপ -- 1.7 atm

শিল্পোৎপাদনে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি

বাণিজ্যিক প্রয়োগ:



- উভমুখী
- তাপোৎপাদন
- সকল উপাদান গ্যাসীয়
- আয়তন সংকোচন
- সংযোজন

সাম্যাবস্থা ডানে নেয়ার চেষ্টা উৎপাদন বৃদ্ধি

□ উপযুক্ত প্রভাবকঃ



□ উৎপাদ অপসারণঃ

জুল থমসন প্রভাবক কার্যকর হবে না
1.7 ও 1 atm এর পার্থক্য নেই

ভর ক্রিয়া সূত্র

“নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার সেই সময়ে বিক্রিয়া মাধ্যমে উপস্থিত বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের গুণফলের সমানুপাতিক”



সক্রিয় ভর নির্ণয়: K_c নির্ণয়

i) ঘনমাত্রাঃ

ব্যাখ্যাঃ $C_A = A$ এর ঘনমাত্রা

$C_B = B$ এর ঘনমাত্রা

$C_C = C$ এর ঘনমাত্রা

$C_D = D$ এর ঘনমাত্রা

সমুখমুখী বিক্রিয়ার হার, $R_f \propto C_A C_B$

$$\Rightarrow R_f = k_1 C_A C_B$$

[যেখানে k_1 = সমুখমুখী বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক]

$$\text{অনুরূপে, } R_b = k_2 C_C C_D$$

$$\text{সাম্যাবস্থায়, } R_f = R_b$$

$$k_1 C_A C_B = k_2 C_C C_D$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_C C_D}{C_A C_B}; \quad \Rightarrow K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

K_c সাম্যধ্রুবক (ঘনমাত্রার সাপেক্ষে)

ভর ক্রিয়া সূত্র

সক্রিয় ভর নির্ণয়: K_p নির্ণয়

i) ঘনমাত্রাঃ

ব্যাখ্যাঃ $p_A = A$ এর আংশিক চাপ

$p_B = B$ এর আংশিক চাপ

$p_C = C$ এর আংশিক চাপ

$p_D = D$ এর আংশিক চাপ

সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার, $R_f \propto p_A p_B$

$$\Rightarrow R_f = k_1 p_A p_B$$

[যেখানে k_1 = সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক]

$$\text{অনুরূপে, } R_b = k_2 p_C p_D$$

সাম্যাবস্থায়, $R_f = R_b$

$$k_1 p_A p_B = k_2 p_C p_D$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{p_C p_D}{p_A p_B}; \quad \Rightarrow K_p = \frac{p_C p_D}{p_A p_B}$$

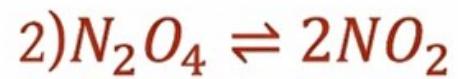
K_p সাম্যধ্রুবক (আংশিক চাপ সাপেক্ষে)

K_p ও K_c এর একক



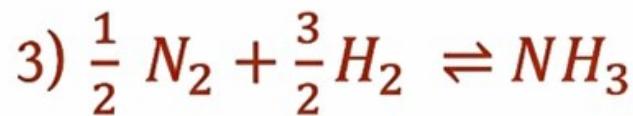
$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} \\ &= \frac{\left(\frac{mol}{L}\right)\left(\frac{mol}{L}\right)}{\left(\frac{mol}{L}\right)} \\ &= \left(\frac{mol}{L}\right) \end{aligned}$$

$\Delta n = 2 - 1 = 1$

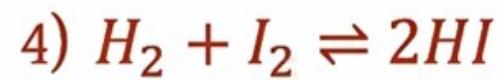


$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \\ &= \frac{\left(\frac{mol}{L}\right)\left(\frac{mol}{L}\right)}{\left(\frac{mol}{L}\right)} \\ &= \left(\frac{mol}{L}\right) \end{aligned}$$

K_p ও K_c এর একক



$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[NH_3]^{\frac{1}{2}}}{[N_2]^{\frac{1}{2}} [H_2]^{\frac{3}{2}}} \\ &= \frac{\left(\frac{mol}{L}\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{mol}{L}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{mol}{L}\right)^{\frac{3}{2}}} \\ &= \frac{\left(\frac{mol}{L}\right)}{\left(\frac{mol}{L}\right)^2} \\ &= \left(\frac{mol}{L}\right)^{-1} \end{aligned}$$



$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{mol}{L}\right)^2}{\left(\frac{mol}{L}\right)^2} = 1$$

K_p ও K_c এর একক



$$\begin{aligned}K_c &= \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]} \\&= \frac{\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)}{\frac{1}{\text{L}}} \\&= \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^2\end{aligned}$$

AgCl হচ্ছে solid যার ঘনমাত্রা নেই। তাই $[\text{AgCl}] = 1$



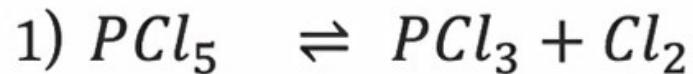
$$\begin{aligned}K_p &= \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} \\&= \frac{(atm)(atm)}{(atm)} \\&= atm^{\circ}\end{aligned}$$

K_p ও K_c এর একক



$$\begin{aligned} K_p &= \frac{P_{NH_3}^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3} \\ &= \frac{(atm)^2}{(atm)(atm)^3} \\ &= \frac{1}{atm^2} \end{aligned}$$

K_c এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে, (মোল) 1

$$0 \quad 0$$

ধরি,

আয়তন = V লিটার

$$[PCl_5] = \left(\frac{1-\alpha}{V}\right)$$

$$[PCl_3] = \left(\frac{\alpha}{V}\right)$$

$$[Cl_2] = \left(\frac{\alpha}{V}\right)$$

সাম্যবস্থায়, 1 - α

$$\alpha \quad \alpha$$

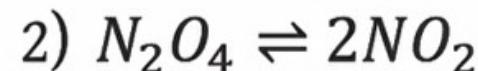
$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$= \frac{\left(\frac{\alpha}{V}\right)\left(\frac{\alpha}{V}\right)}{\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)}$$

$$K_c = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

1 = 1:1

K_c এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে,	1	0
সাম্যবস্থায়,	$1 - \alpha$	2α

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

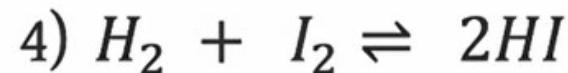
$$= \frac{\left(\frac{2\alpha}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)}$$

$$K_c = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

ধরি,
 আয়তন = V লিটার
 $[N_2O_4] = \left(\frac{1-\alpha}{V}\right)$
 $[NO_2] = \left(\frac{2\alpha}{V}\right)$



K_c এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে,	1	1	0
সাম্যবস্থায়,	$1 - \alpha$	$1 - \alpha$	2α

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$= \frac{\left(\frac{2\alpha}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)}$$

ধরি,
 আয়তন = V লিটার
 $[H_2] = \left(\frac{1-\alpha}{V}\right)$
 $[I_2] = \left(\frac{1-\alpha}{V}\right)$

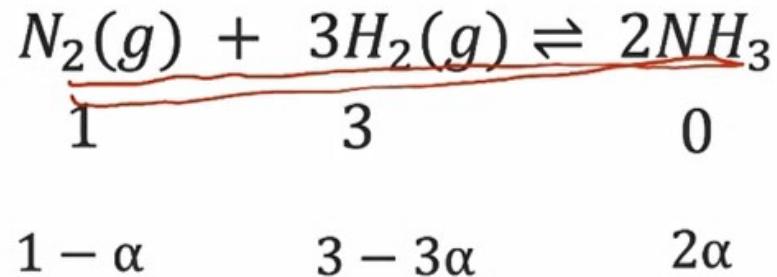
$$[HI] = \left(\frac{2\alpha}{V}\right)$$

$$K_c = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$$

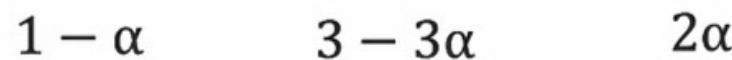
K_c এর রাশিমালা প্রতিপাদন

অ্যামোনিয়া উৎপাদন:

শুরুতে(mol)



সাম্যবস্থায়,



$$\begin{aligned} K_c &= \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \\ &= \frac{\left(\frac{2\alpha}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)\left(\frac{3-3\alpha}{V}\right)^3} \\ &= \frac{4\alpha^2}{v^2} \times \frac{v^4}{27(1-\alpha)^4} \end{aligned}$$

$$= \frac{4\alpha^2 v^2}{27(1-\alpha)^4}$$

$$1+3 \rightleftharpoons 2$$

ধরি,

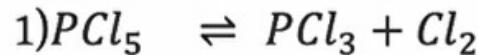
আয়তন = V লিটার

$$[N_2] = \left(\frac{1-\alpha}{V}\right)$$

$$[H_2] = \left(\frac{3-3\alpha}{V}\right)$$

$$[NH_3] = \left(\frac{2\alpha}{V}\right)$$

K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে, 1 0 0

সাম্যাবস্থায়, $1 - \alpha$ α α

$$K_p = \frac{P_{PCl_3} \cdot P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} \quad \text{--- [1]}$$

সাম্যাবস্থায় মোট মৌল = $1 - \alpha + \alpha + \alpha = (1 + \alpha)$

সাম্যাবস্থায় PCl_5 এর আংশিক চাপ = $\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$

সাম্যাবস্থায় PCl_3 এর আংশিক চাপ = $\frac{\alpha}{1+\alpha} \times P$

সাম্যাবস্থায় Cl_2 এর আংশিক চাপ = $\frac{\alpha}{1+\alpha} \times P$

$$P_1 = x_1 \times P$$

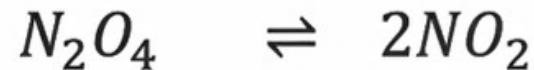
আংশিক চাপ = মৌল ভগ্নাংশ \times মোট চাপ

[1] নং থেকে পাই,

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

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

K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে,	1	0
সাম্যবস্থায়,	$1 - \alpha$	2α

$$P_1 = x_1 \times P$$

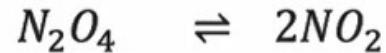
আংশিক চাপ = মোল ভগ্নাংশ \times মোট চাপ

$$K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} \quad \dots \quad [1]$$

$$\text{সাম্যবস্থায় মোট মোল} = 1 - \alpha + 2\alpha = (1 + \alpha)$$

•

K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে,	1	0
সাম্যবস্থায়,	$1 - \alpha$	2α

$$P_1 = x_1 \times P$$

আংশিক চাপ = মোল ভগ্নাংশ \times মোট চাপ

[1] নং থেকে পাই,

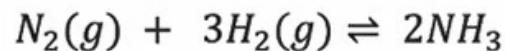
$$K_p = \frac{\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P\right)^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P}$$

$$\therefore K_p = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P$$

সাম্যবস্থায় N_2O_4 এর আংশিক চাপ = $\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$

সাম্যবস্থায় NO_2 এর আংশিক চাপ = $\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P$

K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন



শুরুতে(mol)	1	3	0
সাম্যবস্থায়,	$1 - \alpha$	$3 - 3\alpha$	2α

[1] নং থেকে পাই,

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

$$\rightarrow K_p = \frac{4\alpha^2(4-2\alpha)^2}{(1-\alpha)\{3(1-\alpha)\}^3 \times P^2}$$

$$\therefore K_p = \frac{4\alpha^2(4-2\alpha)^2}{27(1-\alpha)^4 \times P^2}$$

$$\text{সাম্যবস্থায় মোট মোল} = 1 - \alpha + 3 - 3\alpha + 2\alpha = (4 - 2\alpha)$$

$$\text{আংশিক চাপ} = \text{মোল ভগ্নাংশ} \times \text{মোট চাপ} \quad \rightarrow \quad P_1 = x_1 \times P$$

$$\text{সাম্যবস্থায় } N_2 \text{ এর আংশিক চাপ} = \frac{1-\alpha}{4-2\alpha} \times P$$

$$\text{সাম্যবস্থায় } H_2 \text{ এর আংশিক চাপ} = \frac{3-3\alpha}{4-2\alpha} \times P$$

$$\text{সাম্যবস্থায় } NH_3 \text{ এর আংশিক চাপ} = \frac{2\alpha}{4-2\alpha} \times P$$

Problem

- PCl_5 এর বিয়োজনে 10% PCl_5 , Cl_2 গ্যাসে রূপান্তরিত হলে 2L আয়তনের পাত্রের জন্য K_c নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$K_c = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

$$K_c = \frac{(0.1)^2}{(1-0.1)*2} = 5.55 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

- HI প্রক্রিয়ার জন্য H_2 ও I_2 এর সংযোজন মাত্রা 25% হলে K_c নির্ণয় কর

সমাধানঃ

$$K_c = \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$$

$$K_c = \frac{4(0.25)^2}{(1-0.25)^2} = 0.445 \text{ [একক নেই]}$$

Problem

□ 35°C তাপমাত্রায় PCl_5 এর 12% বিয়োজিত হয় এবং সাম্যমিশ্রণে মোট চাপ 12 atm হলে K_p নির্ণয় কর

সমাধানঃ



এখানে,

$$\alpha = 12\%$$

$$P = 12 \text{ atm}$$

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

$$K_p = \frac{(0.12)^2}{1-(0.12)^2} \times 12 = 0.175 \text{ atm}^*$$

Problem

□ 445°C তাপমাত্রায় 8 mol H_2 এবং 6 mol I_2 এর মিশ্রনকে উত্পন্ন করলে সাম্যাবস্থায় 5.2 mol HI পাওয়া গেল। সাম্যাবস্থার নির্ণয় কর

সমাধানঃ



শুরুতে,

	8	6	0
সাম্যাবস্থায়,	8-x	6-x	2x

প্রশ্নমতে, $2x = 5.2$ or, $x = 2.6$; ধরি, আয়তন = V litre

$$\text{সাম্যাবস্থায় } H_2 \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{8-x}{V}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } I_2 \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{6-x}{V}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } HI \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{2x}{V}$$

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{8-x}{V}\right)\left(\frac{6-x}{V}\right)} = 1.47 \quad [x = 2.6 \text{ বসিয়ে}]$$

$$\text{আবার, বিক্রিয়াটির জন্য, } \Delta n = 2 - 2 = 0 \\ \therefore k_p = k_c = 1.47$$

Problem

□ 476°C তাপমাত্রায় 20g H_2 এবং 2500 g I_2 এর মিশ্রনকে উত্পন্ন করলে সাম্যবস্থায় 1200g HI পাওয়া গেল। 4L আয়তনের পাত্রে বিক্রিয়াটি ঘটানো হলে সাম্যধৰ্মক K_c নির্ণয় কর

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, $V=4L$;

$$I_2 = 2500g = \left(\frac{2500}{254}\right) mol = 9.84 mol$$

$$H_2 = 20g = \left(\frac{20}{2}\right) mol = 10 mol$$

$$HI = 1000g = \left(\frac{1000}{128}\right) mol = 9.375 mol$$

বিক্রিয়াটি হলোঃ



শুরুতে,	10	9.84	0
---------	----	------	---

সাম্যবস্থায়,	10-x	9.84-x	2x
---------------	------	--------	----

প্রশ্নমতে, $2x = 9.375$ or, $x = 4.688$; ধরি, আয়তন = V litre

Problem

□ 476°C তাপমাত্রায় 20g H_2 এবং 2500 g I_2 এর মিশ্রনকে উত্পন্ন করলে সাম্যাবস্থায় 1200g HI পাওয়া গেল । 4L আয়তনের পাত্রে বিক্রিয়াটি ঘটানো হলে সাম্যধ্রুবক K_c নির্ণয় কর

$$\text{সাম্যাবস্থায় } H_2 \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{10-x}{v}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } I_2 \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{9.84-x}{v}$$

$$\text{সাম্যাবস্থায় } HI \text{ এর ঘনমাত্রা} = \frac{2x}{v}$$

$$\begin{aligned}
 k_c &= \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \\
 &= \frac{\left[\frac{2x}{v}\right]^2}{\left[\frac{10-x}{v}\right]\left[\frac{9.84-x}{v}\right]} \\
 &= 3.21 [x = 4.668 \text{ বসিয়ে}]
 \end{aligned}$$

Problem

□ 720 °C তাপমাত্রায় H_2 এবং I_2 এর বিক্রিয়ায় যথাক্রমে 6 mol ও 5 mol নমুনা ব্যবহার করে উত্পন্ন করলে সাম্যাবস্থায় কিছু পরিমাণ HI পাওয়া গেল। যদি সাম্যক্ষণিক K_c এর মান হয় 1.64 তবে, সাম্যাবস্থায় কত মোল HI পাওয়া গেছিল নির্ণয় কর।

সমাধানঃ বিক্রিয়াটি হলোঃ



শুরুতে(mol)	6	5	0
সাম্যাবস্থায়,	6-x	5-x	2x

প্রশ্নমতে, $k_c=1.64$

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left[\frac{2x}{v}\right]^2}{\left[\frac{6-x}{v}\right]\left[\frac{5-x}{v}\right]} = 1.64$$

$$\text{Or, } 2.36x^2 + 18.04x - 49.2 = 0$$

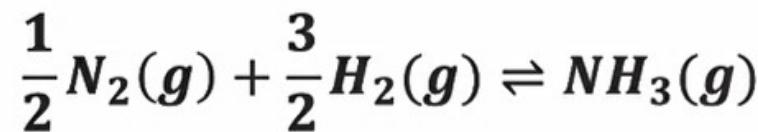
$$\therefore x = 2.13 \text{ এবং } -9.78$$

কিন্তু $x=-9.78$ অগ্রহণযোগ্য বিধায় বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় $HI = 2 \times 2.13 = 4.26 \text{ mol}$

Problem

□ $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ বিক্রিয়াটিতে সাম্যবস্থায় প্রাপ্ত উপাদানসমূহের মোট মোলের 22% NH_3 পাওয়া গেল। মোট চাপ 30 atm হলে k_p নির্ণয় কর।

সমাধানঃ বিক্রিয়াটি হলোঃ



22 mol%

ধরি, সাম্যবস্থায় মোট মোল = 100

প্রশ্নমতে, সাম্যবস্থায় NH_3 মোট মোলের 22%

∴ সাম্যবস্থায় $NH_3 = 22 \text{ mol}$;

সাম্যবস্থায় $(N_2 + H_2) = (100 - 22) = 78 \text{ mol}$

$$k_p = \frac{\frac{22}{100} \times 30}{\left(\frac{19.5}{100} \times 30\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{58.5}{100} \times 30\right)^{\frac{3}{2}}} = 0.05 \text{ atm}^{-1}$$

∴ সাম্যবস্থায় $N_2 : H_2 = \frac{1}{2} : \frac{3}{2} = 1 : 3$

∴ সাম্যবস্থায় $N_2 = \left(78 \text{ এর } \frac{1}{4}\right) \text{ mol} = 19.5 \text{ mol}$;

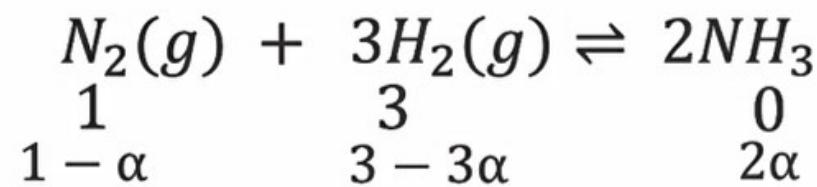
∴ সাম্যবস্থায় $H_2 = \left(78 \text{ এর } \frac{3}{4}\right) \text{ mol} = 58.5 \text{ mol}$;

Problem

- 500°C তাপমাত্রায় 1 mol N_2 and 3 mol H_2 এর বিক্রিয়ায় NH_3 তৈরী করা হয়। 4 Litre আয়তনে পাত্রে N_2 এর 25% NH_3 তে রূপান্তরিত হলে K_c নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

শুরুতে(mol)
সাম্যাবস্থায়,



এখানে, আয়তন = 4L

$$X=25\% = 0.25$$

আমরা জানি,

$$K_c = \frac{4\alpha^2 v^2}{27(1-x)^4}$$

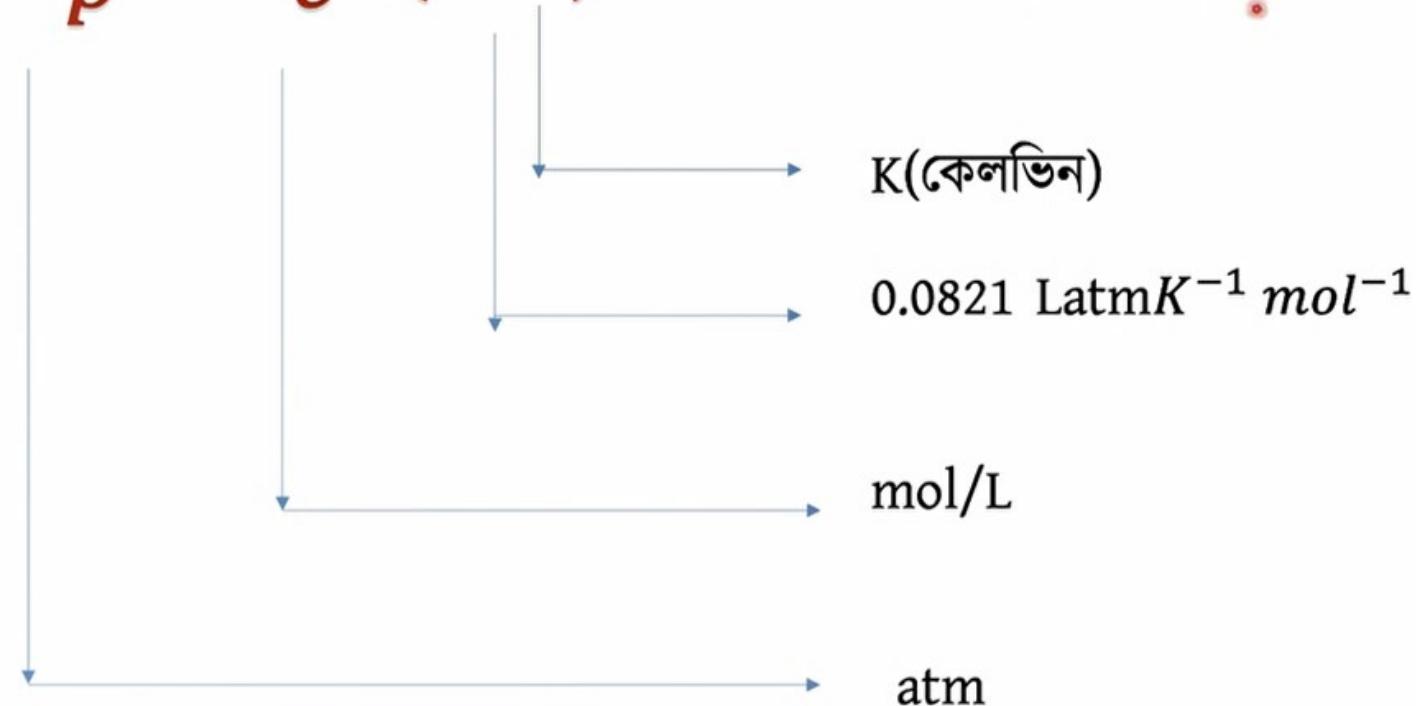
$$= \frac{4(0.25)^2 4^2}{27(1-0.25)^4}$$

$$= 0.468 \left(\frac{mol}{L}\right)^{-2}$$

K_p ও K_c এর সম্পর্ক

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

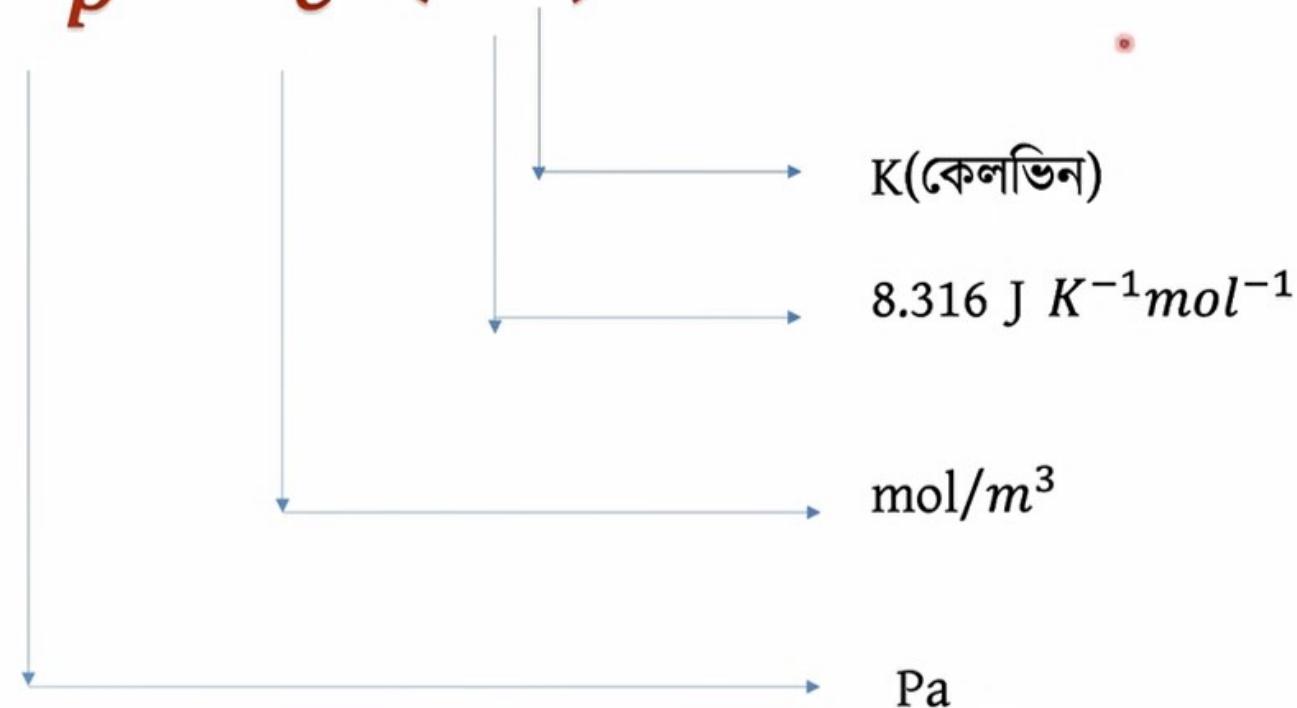
$\Delta n = \sum \text{উৎপাদের মোল} - \sum \text{বিক্রিয়কের মোল}$



K_p ও K_c এর সম্পর্ক

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

$\Delta n = \sum \text{উৎপাদের মোল} - \sum \text{বিক্রিয়কের মোল}$



Problem

- 25°C তাপমাত্রায় $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g)$ বিক্রিয়ার k_p এর মান $1.164 \times 10^2 atm^{-0.5}$ বিক্রিয়াটির k_c এর মান কত?

সমাধান

$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$$

$$k_c = \frac{k_p}{(RT)^{\Delta n}}$$

$$= \frac{1.164 \times 10^2}{(0.0821 \times 298)^{-0.5}} = 575.75 \left(\frac{mol}{L}\right)^{-0.5}$$

দেওয়া আছে,

$$k_p = 1.164 \times 10^2 atm^{-0.5}$$

$$T = (25 + 273) = 298K$$

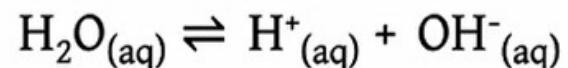
$$R = 0.0821 LatmK^{-1}mol^{-1}$$

$$\Delta n = (1 - 1.5) = -0.5$$

$$K_c = ?$$

পানির আয়নিক গুণফল (Ionic Product of Water)

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এক মোল পানির বিয়োজনে উৎপন্ন হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়নের ঘনমাত্রার গুণফল একটি ধূর রাশি যা পানির আয়নিক গুণফল নামে পরিচিত। এটি K_w দ্বারা প্রকাশ করা হয়। 25° তাপমাত্রায় এর মান 1×10^{-14} (mol/L) 2 তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পানির বিয়োজন বৃদ্ধি পায় বলে পানির H^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রাও বৃদ্ধি পায়। ফলে উচ্চ তাপমাত্রায় k_w এর মান উচ্চ।



$$K_c = \frac{[H^+] [OH^-]}{[H_2O]}$$

$$K_c[H_2O] = [H^+] [OH^-]$$

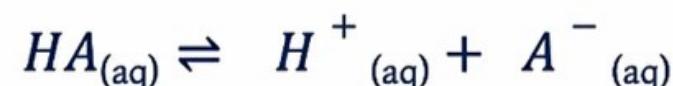
$$K_w = [H^+] [OH^-]$$

$$25^\circ C \text{ তাপমাত্রায় } [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক k_a (Dissociation Constant of Acid)

“মৃদু এসিডের বিয়োজনের সৃষ্টি সাম্যাবস্থায় বিয়োজিত উপাদান ও অবিয়োজিত উপাদানের মোলার ঘনমাত্রার অনুপাত একটি ধ্রুবক রাশি যা এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক নামে পরিচিত। এটি k_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়।”

গাণিতিক ব্যাখ্যাঃ মনে করি, HA একটি মৃদু এসিড যা জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে আয়নিত থাকে।



ভর ক্রিয়া সূত্রানুসারে, $k_a = \frac{[H^+] [A^-]}{[HA]}$; এখানে k_a হলো এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক।

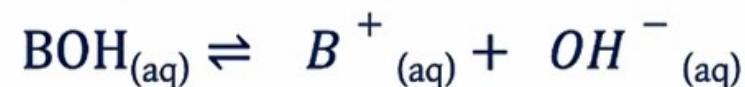
তাৎপর্যঃ

- ১) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় k_a এর মান নির্দিষ্ট।
- ২) k_a এর সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, H^+ এর ঘনমাত্রা যত বাঢ়বে, k_a তত বাঢ়বে। অতএব, k_a এর মান বেশি হলে এসিডের তীব্রতা বেশি।

ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক k_b (Dissociation Constant of Base)

“মৃদু ক্ষারের বিয়োজনের সৃষ্টি সাম্যাবস্থায় বিয়োজিত উপাদান ও অবিয়োজিত উপাদানের মোলার ঘনমাত্রার অনুপাত একটি ধ্রুবক রাশি যা ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক নামে পরিচিত। এটি k_b দ্বারা প্রকাশ করা হয়।”

গাণিতিক ব্যাখ্যাঃ মনে করি, BOH একটি মৃদু ক্ষার যা জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে আয়নিত থাকে।



ভর ক্রিয়া সূত্রানুসারে, $k_b = \frac{[B^+] [OH^-]}{[BOH]}$; এখানে k_b হলো ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক।

তাৎপর্যঃ

- ১) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় k_b এর মান নির্দিষ্ট।
- ২) k_b এর মান বেশি হলে ক্ষারের তীব্রতা বেশি।

বিয়োজন ধ্রুবকের সাহায্যে এসিড ও ক্ষারের তীব্রতা নির্ণয়

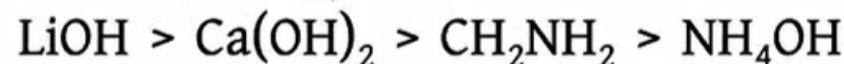
এসিড	k_a
HCOOH	1.8×10^{-4}
CH_3COOH	1.8×10^{-5}
ClCH_2COOH	1.36×10^{-3}
Cl_3CCOOH	6.5×10^{-2}

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবকের ধারণা অনুসারে উপরের এসিডগুলোর তীব্রতাক্রম যথাক্রমে-



ক্ষার	k_b
NH_4OH	1.8×10^{-5}
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	3.7×10^{-3}
LiOH	2.29
CH_3NH_2	4.4×10^{-4}

ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবকের ধারণা অনুসারে উপরের ক্ষারগুলোর তীব্রতাক্রম যথাক্রমে-



বিয়োজন ধ্রুবকের সাহায্যে এসিড ও ক্ষারের তীব্রতা নির্ণয়

হাইড্রাসিড

তীব্রতা ক্রমঃ
 অনুস্থিত অ্যানায়নের আকার যত বড়
 ↓
 অনুতে বন্ধনের ওপর পীড়ন বাড়ে
 ↓
 ফলে সহজেই বন্ধন ভাঁগে এবং সক্রিয় হয়
 কাজেই ক্রমটি তীব্রতা অনুসারে
 $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$

অক্সোএসিড

তীব্রতা ক্রমঃ
 কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণমান \propto এসিডের তীব্রতা
 কাজেই ক্রমটি তীব্রতা অনুসারে,
 $+7 \quad +6 \quad +5 \quad +4$
 $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_3$
 তবে যদি এমন হয় যে
 $\text{HNO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4$ অর্থাৎ জারণ মান একই তবে
 কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার $\propto \frac{1}{\text{তীব্রতা}}$
 কেননা তখন চার্জ ঘনত্ব মানদণ্ড হয়
 তবে ক্রমটি
 $+5 \quad +5$
 $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$

বিয়োজন ধ্রুবকের সাহায্যে এসিড ও ক্ষারের তীব্রতা নির্ণয়

হাইড্রাসিড

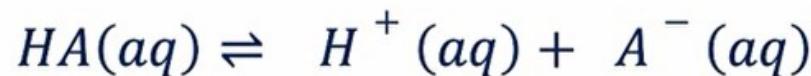
তীব্রতা ক্রমঃ
 অনুস্থিত অ্যানায়নের আকার যত বড়
 ↓
 অনুতে বন্ধনের ওপর পীড়ন বাড়ে
 ↓
 ফলে সহজেই বন্ধন ভাঁগে এবং সক্রিয় হয়
 কাজেই ক্রমটি তীব্রতা অনুসারে
 $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$

অক্সোএসিড

তীব্রতা ক্রমঃ
 কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণমান \propto এসিডের তীব্রতা
 কাজেই ক্রমটি তীব্রতা অনুসারে,
 $+7 \quad +6 \quad +5 \quad +4$
 $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_3$
 তবে যদি এমন হয় যে
 $\text{HNO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4$ অর্থাৎ জারণ মান একই তবে
 কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার $\propto \frac{1}{\text{তীব্রতা}}$
 কেননা তখন চার্জ ঘনত্ব মানদণ্ড হয়
 তবে ক্রমটি
 $+5 \quad +5$
 $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$

অসওয়াল্ডের লঘুকরণের সূত্র (Oswald's Dilution Law)

মৃদু এসিড বা ক্ষারের বিয়োজন মাত্রা এদের প্রারম্ভিক ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যাপ্তানুপাতিক।
মৃদু এসিড HA



আদি মোল ঘনমাত্রা	C	0	0
সাম্যবস্থায়	(1- α)C	αC	αC

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

$$k_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$$

দুর্বল অঙ্গের জন্য, $\alpha \approx 0$

$$k_a = \frac{\alpha^2 C}{1}$$

$$k_a = \alpha^2 C, \alpha = \sqrt{\frac{k_a}{C}} \therefore \alpha \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$$

PROBLEMS

□ 30°C তাপমাত্রায় 0.2M HCOOH এর বিয়োজন মাত্রা কত? [$k_a = 1.8 \times 10^{-4}$]

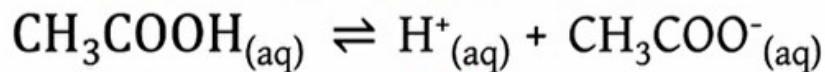


সূত্রানুসারে, $K_a = \alpha^2 C$

বা, $\alpha = \sqrt{\frac{k_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-4}}{0.2}} = 0.03$

এখানে,
 $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$
 $C = 0.2\text{M}$
 $\alpha = ?$

□ 27°C তাপমাত্রায় ইথানয়িক এসিডের 0.15M ঘনমাত্রার দ্রবণের 12% আয়নিত হয়।
 এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক কত?



সূত্রানুসারে, $k_a = \alpha^2 C$

বা, $k_a = (0.12)^2(0.15) = 2.16 \times 10^{-3}$

pH ও pH ক্ষেত্র

কোন দ্রবণে বিদ্যমান হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার ঝণাঞ্জক লগারিদমকে pH বলে।

$$\text{গাণিতিকভাবে, } \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pH এর পূর্ণরূপ হলো – Power of Hydrogen ion

পানির আয়নিক গুণফল থেকে পাই, $[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

উভয়দিকে -log নিয়ে পাই, $-\log[\text{H}^+] -\log[\text{OH}^-] = 14$

$$\therefore \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

•

বিশুদ্ধ পানির pH = pOH = 7

বিশুদ্ধ পানি: $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ pH = 7

H^+ যোগ করলে: 10^{-6} pH = 6

10^{-5} pH = 5

: :

10^{-0} pH = 0

বিশুদ্ধ পানির pH = pOH = 7

বিশুদ্ধ পানি: $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$ pOH = 7 pH = 7

OH^- যোগ করলে: 10^{-6} pOH = 6 pH = 8

10^{-5} pOH = 5 pH = 9

: : :

10^{-0} pOH = 0 pH = 14

pH ও pH স্কেল



pH এর সর্বনিম্ন মান “0”, নিরপেক্ষ মান “7” এবং সর্বোচ্চ মান “14” ধরে 25°C তাপমাত্রার সাপেক্ষে pH এর একটি স্কেল উপস্থাপন করা হয়। 1909 সালে ড্যানিস বিজ্ঞানী S.P.L Sorensen কর্তৃক উপস্থাপিত এ স্কেলটি pH স্কেল নামে পরিচিত।

PROBLEMS

□ 0.05M HCl দ্রবণের pH কত?



$$0.05\text{M} \qquad \qquad 0.05\text{M}$$

যেহেতু HCl তীব্র এসিড, জলীয় দ্রবণে এটি সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়, তাই HCl এর ঘনমাত্রাকে H⁺ এর ঘনমাত্রা ধরা হয়।

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0.05) = 1.30(\text{Ans})$$

□ 1×10⁻³M H₃PO₄ দ্রবণের pH কত?



$$1 \times 10^{-3}\text{M} \qquad \qquad 3 \times 10^{-3}\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(3 \times 10^{-3}) = 2.52(\text{Ans})$$

PROBLEMS

□ অরেঞ্জ জুসের কোনো নমুনায় pH এর মান 6.2 হলে নমুনাটিতে বিদ্যমান H^+ আয়ন ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

এখানে, $pH = -\log[H^+] = 6.2$

বা, $[H^+] = 10^{-6.2} \text{ mol/L} = 6.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ (Ans)

আবার, $pOH = 14 - pH = 14 - 6.2 = 7.8$

সূতরাং, $[OH^-] = 10^{-7.8} = 1.58 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ (Ans)

$$pOH = -\log[OH^-]$$

PROBLEMS

□ 0.25M CH_3COOH ও 0.25M HCOOH মিশ্রণের pH গণনা কর।

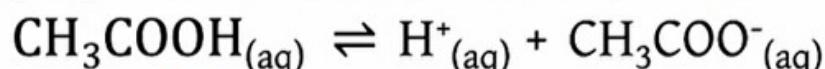
$$[k_{\text{HCOOH}} = 1.8 \times 10^{-4}, k_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \times 10^{-5}]$$



$$\text{সূত্রানুসারে, } K_a = \alpha^2 C$$

$$\text{বা, } \alpha = \sqrt{\frac{k_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-4}}{0.25}} = 0.0268$$

$$[\text{H}^+] = C \alpha = (0.25) (0.0268) = 6.7 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$



$$\alpha = \sqrt{\frac{k_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.25}} = 8.49 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = C \alpha = (0.25) (8.49 \times 10^{-3}) = 2.12 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{মিশ্রণের মোট H}^+ \text{ এর ঘনমাত্রা} = (6.7 \times 10^{-3} + 2.12 \times 10^{-3}) \text{ mol L}^{-1} = 8.82 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log[8.82 \times 10^{-3}] = 2.05 \text{ (Ans.)}$$

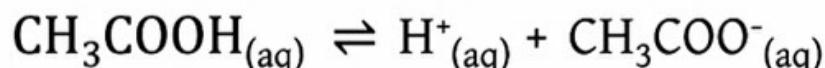
PROBLEMS

□ 0.1M CH₃COOH ও 0.1M HCl মিশ্রণের pH গণনা কর।

$$[k_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \times 10^{-5}]$$



$$[\text{H}^{\text{(aq)}}] = 0.1 \text{ mol L}^{-1}$$



$$[\text{H}^{\text{(aq)}}] = C \alpha = (0.1) \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.1}} = 1.34 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{মিশ্রণের মোট } \text{H}^{\text{(aq)}} \text{ এর ঘনমাত্রা} = (1.34 \times 10^{-3} + 0.1) \text{ mol L}^{-1} = 0.10134 \text{ mol L}^{-1}$$

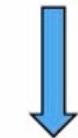
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^{\text{(aq)}}] = -\log[0.10134] = 0.9942 \text{ (Ans.)}$$

বাফার দ্রবণ (Buffer Solution)

নির্দিষ্ট যে সব দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করা হলে pH এর পরিবর্তন হয় না।

অম্লীয় বাফার

মৃদু এসিড



ঐ এসিড ও
তীব্র ক্ষারের
লবণ

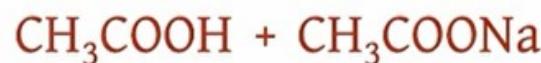


ক্ষারীয় বাফার

মৃদু ক্ষার



ঐ ক্ষার ও
তীব্র এসিডের
লবণ

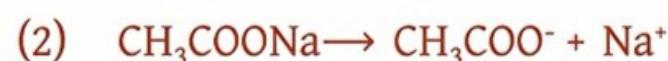
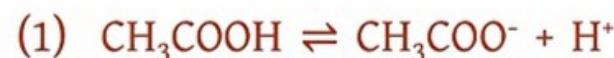


বাফার ক্রিয়া (Buffer Action)

$(\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa})$ অন্নীয় বাফার দ্রবণ

আয়নঃ CH_3COO^- , H^+ , Na^+ , ও আয়নিত কিছু CH_3COOH

বিক্রিয়াঃ



◻ H^+ যোগঃ

$[\text{H}^+] \uparrow \rightarrow pH \downarrow$ হবার কথা, কিন্তু তা হয় না

কেননা প্রয়োগকৃত $[\text{H}^+]$ বিক্রিয়াস্থলে উপস্থিত CH_3COO^- এর সাথে বিক্রিয়া করে CH_3COOH গঠন করে যা অ-আয়নিত অবস্থায় থেকে যায়।

ফলে net H^+ বাড়ে না আর pH ও একই থাকে।

◻ OH^- যোগঃ

- $[\text{OH}^-] \uparrow \rightarrow [\text{H}^+] \downarrow \rightarrow pH \uparrow$ হবার কথা, কিন্তু তা হয় না

কেননা প্রয়োগকৃত $[\text{OH}^-]$ বিক্রিয়াস্থলে উপস্থিত $[\text{H}^+]$ এর সাথে বিক্রিয়া করে H_2O গঠন করে।

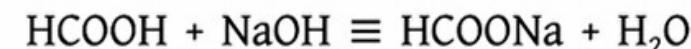
ফলে $[\text{H}^+]$ ব্যাবহার হবার পরে pH বাড়ার কথা। কিন্তু উক্ত খরচকৃত $[\text{H}^+]$ অ আয়নিত CH_3COOH এর বিয়োজনে পুনরায় দ্রবণে ফিরে আসে। এভাবে net H^+ কমে না আর pH একই থাকে।

PROBLEMS

□ 100 ml 0.3M HCOOH এর সাথে 60 ml ডেসিমোলার NaOH দ্রবণে যোগ করা হল। মিশ্রণটি একটি বাফার দ্রবণ- ব্যাখ্যা করো

$$\begin{aligned} \text{HCOOH} &\rightarrow 100 \text{ ml } 0.3\text{M} \equiv (100 \times 0.3)\text{ml } 1\text{M HCOOH} \\ &\quad \equiv 30 \text{ ml } 1\text{M HCOOH} \\ \text{NaOH} &\rightarrow 60 \text{ ml } 0.1\text{M} \equiv (60 \times 0.1)\text{ml } 1\text{M NaOH} \\ &\quad \equiv 6 \text{ ml } 1\text{M NaOH} \end{aligned}$$

মোলসংখ্যা = আয়তন × ঘনমাত্রা



$$1 : 1 : 1$$

$$6 \text{ ml } 1\text{M NaOH} \text{ দ্বারা প্রশ্রমিত } \text{HCOOH} \equiv 6 \text{ ml } 1\text{M HCOOH}$$

$$\text{অতিরিক্ত HCOOH} = (30-6) = 24 \text{ ml } 1\text{M HCOOH}$$

দ্রবণে 24ml 1M HCOOH এবং 6ml 1M HCOONa বিদ্যমান।

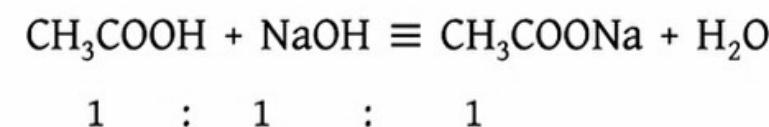
∴ এটি একটি অমীয় বাফার

PROBLEMS

- 80 ml 0.3M CH_3COOH এর সাথে 20 ml 0.5M NaOH দ্রবণে যোগ করা হল। মিশ্রণটিতে 2-3 ml 0.1M HCl / 2-3 ml 0.1M KOH দ্রবণ যোগ করলে pH এর কোন পরিবর্তন ঘটবে কি? ব্যাখ্যা কর।

$$\begin{aligned}\text{CH}_3\text{COOH } 80 \text{ ml } 0.3\text{M} &\equiv (80 \times 0.3)\text{ml } 1\text{M } \text{CH}_3\text{COOH} \\ &\equiv 24 \text{ ml } 1\text{M } \text{CH}_3\text{COOH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NaOH } 20 \text{ ml } 0.5\text{M} &\equiv (20 \times 0.5)\text{ml } 1\text{M } \text{NaOH} \\ &\equiv 10 \text{ ml } 1\text{M } \text{NaOH}\end{aligned}$$



$$\text{অতিরিক্ত } \text{CH}_3\text{COOH} = (24-10) = 14 \text{ ml } 1\text{M } \text{CH}_3\text{COOH}$$

দ্রবণে 14ml 1M CH_3COOH এবং 10ml 1M CH_3COONa বিদ্যমান।

∴ এটি একটি অমীয় বাফার

হেন্ডারসন হ্যাসেলবাথ সমীকরণ (Henderson Hasselbalch Equation)

অল্পীয় বাফার দ্রবণের pH গণনার জন্য একটি দুর্বল এসিড (CH_3COOH) এবং সেই এসিডের লবণ (CH_3COONa)
এর বিক্রিয়াকে বিবেচনা করা হল।



উক্ত বিক্রিয়ার জন্য,

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

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

$$\Rightarrow -\log[\text{H}^+] = -\log\left(\frac{K_a [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}\right)$$

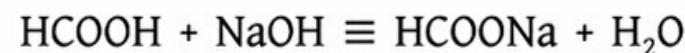
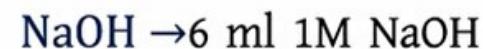
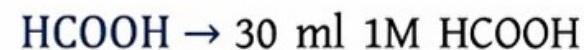
$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{\text{এসিড}}{\text{লবণ}}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{লবণ}}{\text{এসিড}}$$

PROBLEMS

30 ml 1M HCOOH এর সাথে 6 ml 1M ~~NaOH~~ NaOH দ্রবণে যোগ করা হল। মিশ্রণটির pH নির্ণয় কর।



1 : 1 : 1



$$\text{অতিরিক্ত HCOOH} = (30-6) = 24 \text{ ml } 1\text{M HCOOH}$$

এই অম্লীয় বাফার দ্রবণে 24ml 1M HCOOH এবং 6ml 1M HCOONa বিদ্যমান।

*

PROBLEMS

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{\text{[লবণ]}}{\text{[এসিড]}}$$

$$= -\log[\text{K}_a] + \log \frac{\text{[লবণ]}}{\text{[এসিড]}}$$

$$= -\log[1.8 \times 10^{-4}] + \log \frac{0.17}{[0.67]}$$

= 3.14 (Ans)

□ এসিডঃ

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$24 \times 1 = 36 \times S_2$$

$$S_2 = 0.67 \text{ M} = [\text{এসিড}]$$

□ লবণঃ

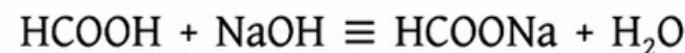
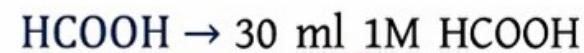
$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$6 \times 1 = 36 \times S_2$$

$$S_2 = 0.17 \text{ M} = [\text{লবণ}]$$

PROBLEMS

30 ml 1M HCOOH এর সাথে 6 ml 1M ~~NaOH~~ NaOH দ্রবণে যোগ করা হল। মিশ্রণটির pH নির্ণয় কর।



1 : 1 : 1



$$\text{অতিরিক্ত HCOOH} = (30-6) = 24 \text{ ml } 1\text{M HCOOH}$$

এই অম্লীয় বাফার দ্রবণে 24ml 1M HCOOH এবং 6ml 1M HCOONa বিদ্যমান।

PROBLEMS

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{\text{[লবণ]}}{\text{[এসিড]}}$$

$$= -\log[\text{K}_a] + \log \frac{\text{[লবণ]}}{\text{[এসিড]}}$$

$$= -\log[1.8 \times 10^{-4}] + \log \frac{0.17}{0.67}$$

$$= 3.14 \text{ (Ans)}$$

□ এসিডঃ

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$24 \times 1 = 36 \times S_2$$

$$S_2 = 0.67 \text{ M} = [\text{এসিড}]$$

□ লবণঃ

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$6 \times 1 = 36 \times S_2$$

$$S_2 = 0.17 \text{ M} = [\text{লবণ}]$$

Problem

□ 500 ml বাফার দ্রবণে 2g CH_3COOH দ্রবীভূত আছে। 4.8pH এর বাফার দ্রবণ তৈরী করতে কত গ্রাম CH_3COOK প্রয়োজন? [$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]

সমাধানঃ

$$pH = pK_a + \log \frac{[s]}{[A]}$$

$$Or, 4.8 = 4.75 + \log \frac{[s]}{[A]}$$

$$Or, 0.05 = \log \frac{[s]}{\left[\frac{1}{15}\right]}$$

$$Or, \frac{[s]}{\left[\frac{1}{15}\right]} = \log^{-1} 0.05$$

$$Or, [s] = 0.075 \frac{mol}{L}$$

$$Or, [s] = \left(0.075 \frac{mol}{L}\right) = \frac{(0.075 \times 98.1)g}{L} = 7.36 \text{ g/L}$$

$$pK_a = -\log(K_a)$$

$$pK_a = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.75$$

$$Acid = 2g = \frac{2}{60} mol$$

$$[A] = \left(\frac{\frac{2}{60}}{0.5}\right) = \frac{1}{15} \frac{mol}{L}$$

Problem

□ 500 ml বাফার দ্রবণে 2g CH_3COOH দ্রবীভূত আছে। 4.8pH এর বাফার দ্রবণ তৈরী করতে কত গ্রাম CH_3COOK প্রয়োজন? [$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]

সমাধানঃ

$$[s] = 7.36 \text{ g/L}$$

$$1L \text{ এ } salt = 7.36$$

$$\begin{aligned} \therefore 0.5L \text{ এ } salt &= 7.36 \times 0.5 \\ &= 3.68 \text{ g} \end{aligned}$$

$$pK_a = -\log(K_a)$$

$$pK_a = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.75$$

$$Acid = 2g = \frac{2}{60} mol$$

$$[A] = \left(\frac{\frac{2}{60}}{0.5}\right) = \frac{1}{15} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Problem

- 4.52 pH এর একটি বাফার দ্রবণ তৈরী করতে 400 mL দ্রবণে 2g CH_3COONa দ্রবীভূত আছে। এ দ্রবণে কতটুকু CH_3COOH যোগ করা হয়। $[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$

সমাধানঃ

$$pH = pK_a + \log \frac{[S]}{[A]}$$

$$Or, 4.52 = 4.75 + \log \frac{[S]}{[A]}$$

$$Or, -0.23 = \log \frac{[S]}{[A]}$$

$$Or, \frac{[S]}{[A]} = 0.59$$

$$Or, [A] = \frac{[S]}{0.59}$$

$$Or, [A] = \frac{\left[\frac{5}{82}\right]}{0.59} = 0.1033 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\therefore [A] = 6.198 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$pH = 4.52$$

$$pK_a = -\log(K_a)$$

$$pK_a = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.75$$

$$Salt = 2 \text{ g} = \frac{2}{82} \text{ mol}$$

$$[S] = \left(\frac{\frac{2}{82}}{0.4}\right) = \frac{5}{82} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ L} &\rightarrow 6.198 \text{ g} \\ \therefore 0.4 \text{ L} &\rightarrow (6.198 \times 0.4) \text{ g} \\ &= \boxed{2.4792} \end{aligned}$$

Problem

□ 4.95 pH ও 1 dm^3 একটি বাফার দ্রবণে $0.05 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ দ্রবীভূত আছে। এই দ্রবণে কত মোল CH_3COONa থাকবে। [$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]

সমাধানঃ

$$pH = pK_a + \log \frac{[S]}{[A]}$$

$$\text{Or}, 4.95 = 4.75 + \log \frac{[S]}{[A]}$$

$$\text{Or}, 0.20 = \log \frac{[S]}{\left[\frac{1}{15}\right]}$$

$$\text{Or}, \frac{[S]}{[0.05]} = \log^{-1} 0.20$$

$$\text{Or}, [S] = 0.05 \times 1.58$$

$$\text{Or}, [S] = 0.079 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$pH = 4.95$$

$$pK_a = -\log(K_a)$$

$$pK_a = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.75$$

$$[A] = \left(\frac{0.05}{1}\right) = 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Problem

□ 4.75 pH দ্রবণ প্রস্তুতিতে 60 mL 0.5 M CH_3COOH এর সাথে কত mL 0.5 M CH_3COONa

লাগবে?

সমাধানঃ

$$pH = pK_a + \log \frac{[s]}{[A]}$$

$$Or, 4.75 = 4.75 + \log \frac{[s]}{[A]}$$

$$Or, \log \frac{[s]}{[A]} = 0$$

Ans: 60 mL

ক্ষারীয় বাফার



$$K_p = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

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

$$[OH^-] = \frac{K_b[Base]}{[Salt]}$$

log নিয়ে পাই

$$\log (OH^-) = \log K_b + \log \frac{[base]}{[Salt]}$$

$$or, -pOH = -pK_b + \log \frac{[base]}{[Salt]}$$

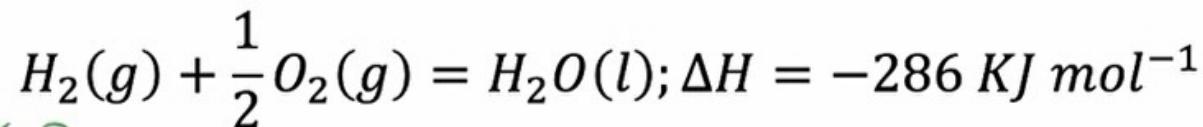
$$or, pOH = pK_b - \log \frac{[base]}{[Salt]}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$\Rightarrow pH = 14 - pOH$$

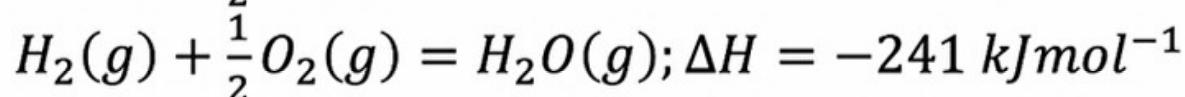
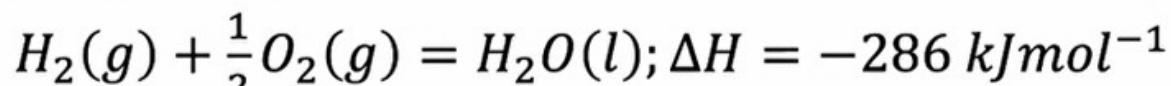
$$\Rightarrow pH = 14 - pK_b + \log \frac{[base]}{[Salt]}$$

স্থির চাপে সমতাকৃত কোনো রাসায়নিক সমীকরণে প্রদর্শিত সম্পূর্ণ বিক্রিয়ক উপাদানকে উৎপাদে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপশক্তির পরিবর্তন ঘটে তাকে বিক্রিয়া তাপ বলে

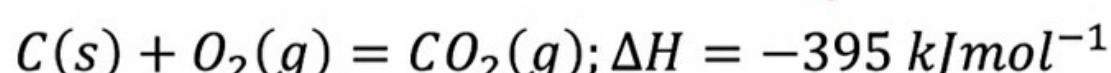
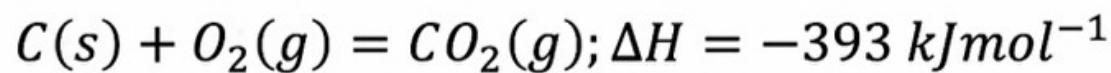


নির্ভরশীলতাঃ

1. বিক্রিয়কের প্রকৃতি
2. পরিমাণ
3. ভৌত অবস্থাৎ

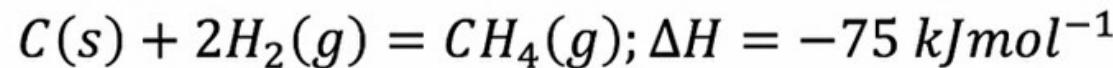
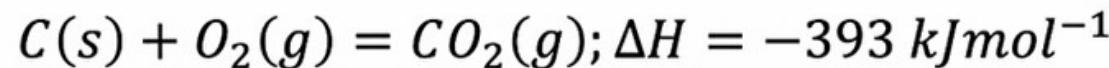
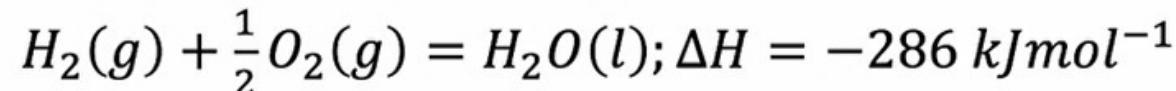


4. বহুরূপতা



গঠন বা সংগঠন তাপ

স্থির চাপে 1 mol কোনো যৌগ কে তার উপাদান মৌল হতে প্রস্তুত করতে যে পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়।

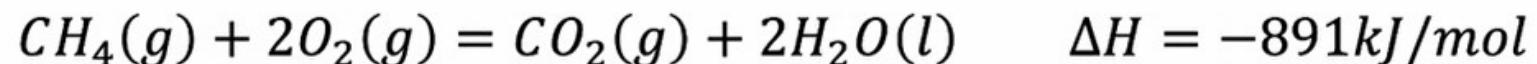


যেকোনো মৌলের গঠন তাপ = 0

* O_2 এর গঠন তাপ কত?

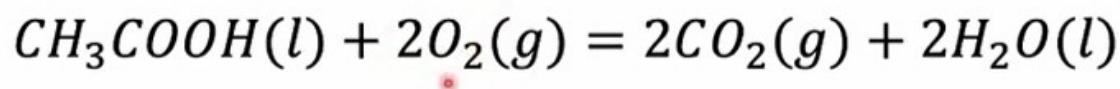
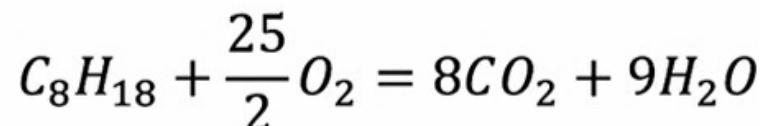
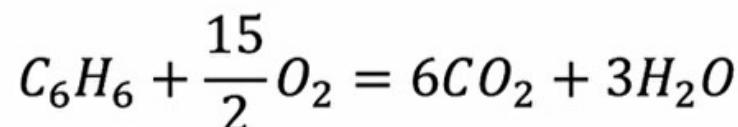
Ans: শূন্য
°

স্থির চাপে 1 mol কোনো পদার্থকে যথেষ্ট পরিমাণ O_2 এ পোড়ালে যে পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয় তাকে দহন তাপ বলে।



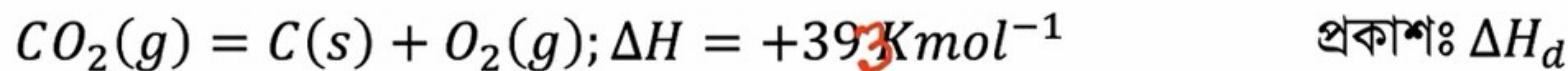
Shortcut:

যতটি C ততটি CO_2 যতটি H তার অর্ধেক H_2O



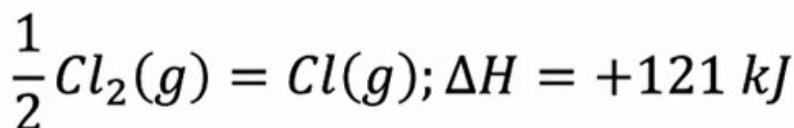
বিয়োজন তাপ

স্থির চাপে $1\ mol$ কোনো যৌগকে উপাদান মৌলে বিশ্লিষ্ট করতে যে প্রমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন হয় তাকে বিয়োজন তাপ বলে।



পরমাণুকরণ তাপ

অণু হতে পরমাণুতে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োজন তাকে পরমাণুকরণ তাপ বলে।



দ্রবণ তাপ

স্থির চাপে $1\ mol$ দ্রবকে যথেষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত করলে যে পরিমাণ তাপশক্তির পরিবর্তন ঘটে তাকে দ্রবণ তাপ বলে।

তাপের শোষণ বা উদগীরণ দুই ই হতে পারে

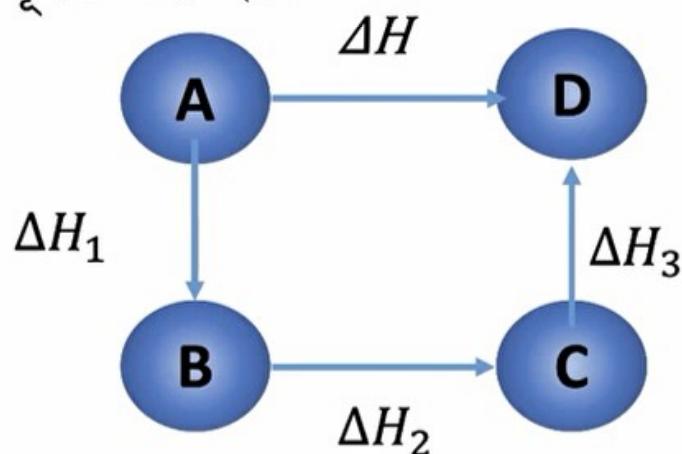
ল্যাভয়সিয়ে ও ল্যাপ্লাসের সূত্র

কোনো ঘোগের বিয়োজনে প্রয়োজনীয় তাপ ঘোগটিকে তার উপাদান মৌল থেকে প্রস্তুতকরণে উৎপন্ন তাপের সমান হবে।

অর্থাৎ কোনো ঘোগের গঠন তাপ ও বিয়োজন তাপের মান সমান কিন্তু চিহ্ন বিপরীত হবে। এ সূত্র সকল প্রকার বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য



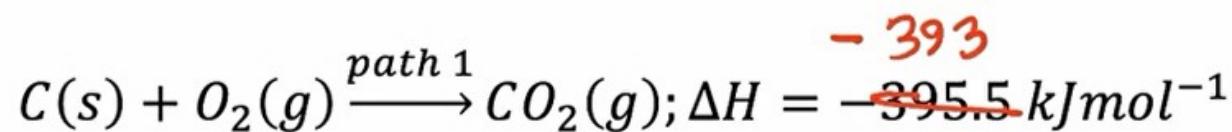
সূত্রঃ যদি কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া একটি মাত্র ধাপে অথবা একাধিক ধাপে সম্পন্ন হয় এবং বিক্রিয়ার প্রারম্ভিক এবং সমাপনী অবস্থা যদি একই থাকে তাহলে প্রতি ক্ষেত্রেই বিক্রিয়া তাপের মোট পরিমাণ সর্বদা সমান হবে। অর্থাৎ হেসের সূত্রানুযায়ী বিক্রিয়া তাপ ধাপের ওপর নির্ভর করেন। এটি হেসের তাপ সমষ্টির নিত্যতা সূত্রও বলা হয়।



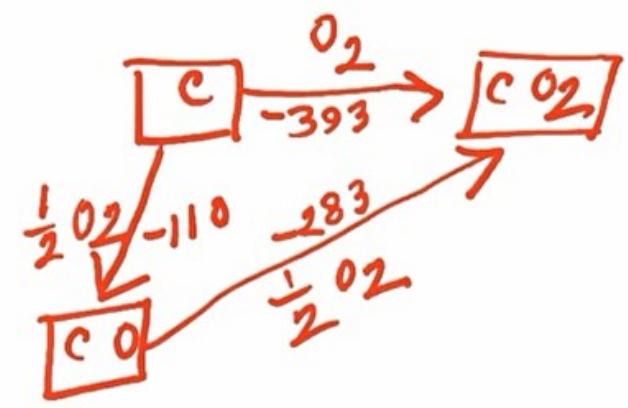
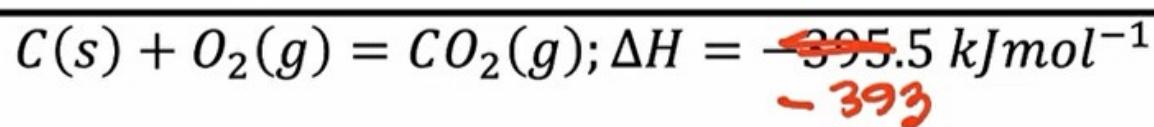
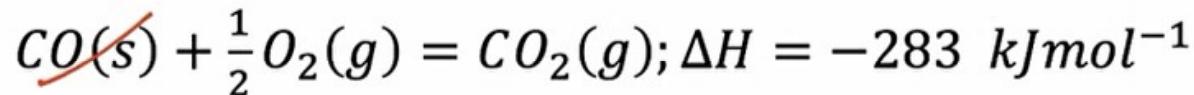
$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

উদাহরণঃ কার্বন ও অক্সিজেন বিক্রিয়া করে CO_2 তৈরীর বিক্রিয়াটির কথা ধরা যাক।

ক) একটি মাত্র পথে সংঘটিত বিক্রিয়াঃ



খ) একাধিক পথে সংঘটিত বিক্রিয়াঃ

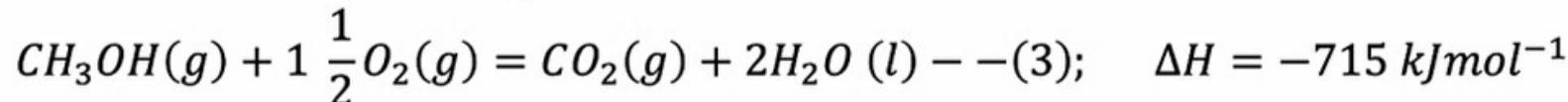
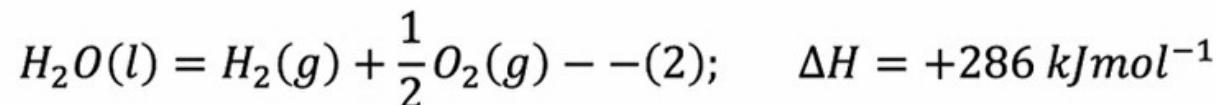
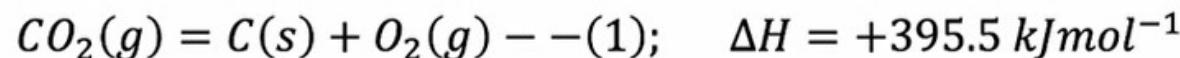


$$-393 = -110 + (-283)$$

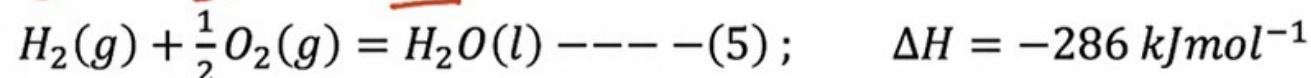
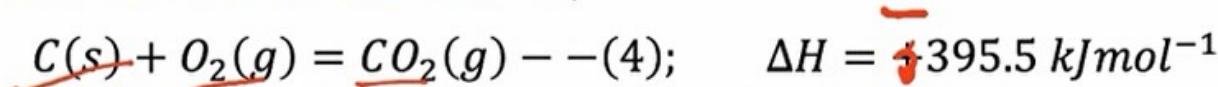
ল্যাভরিসিয়ে ও হেসের সূত্র প্রয়োগকরে বিক্রিয়া তাপ নির্ণয়

১) CO_2 ও H_2O এর বিয়োজন তাপ যথাক্রমে $+393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ও $+286 \text{ KJ mol}^{-1}$.
 CH_3OH এর দহন তাপ -715 kJ হলে এর গঠন তাপ নির্ণয় কর।

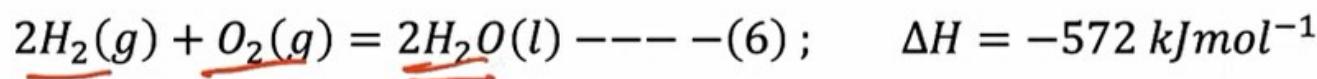
সমাধানঃ



(1) ও (2) সমীকরণে ল্যাভরিসিয়ে ধারণা প্রয়োগ করে পাই,

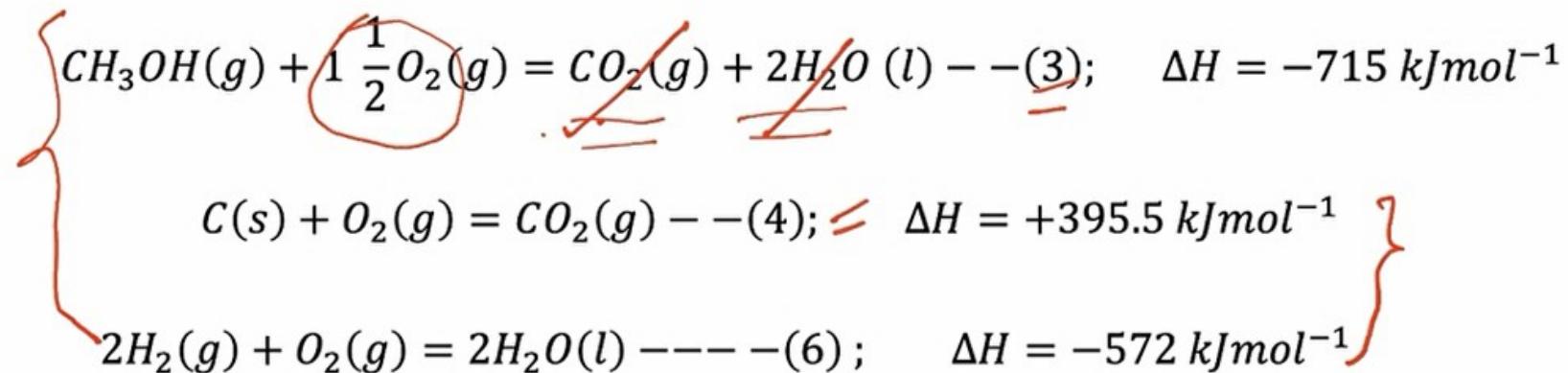


(5) সমীকরণ কে 2 দিয়ে গুন করি,



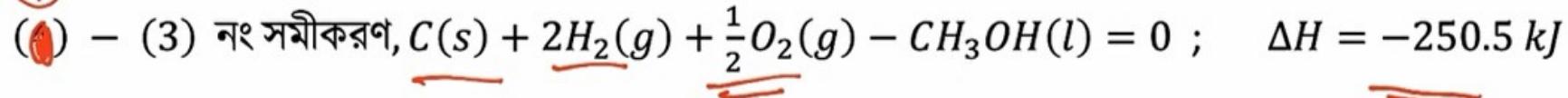
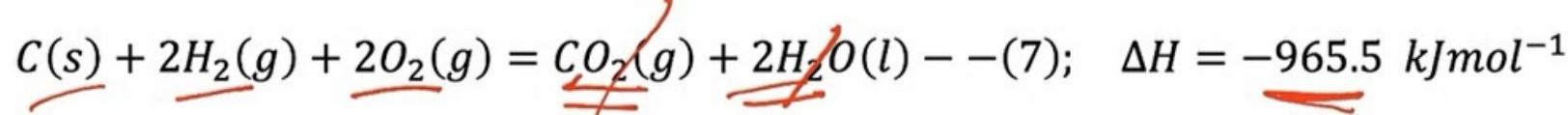
১) CO_2 ও H_2O এর বিয়োজন তাপ যথাক্রমে $+393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ও $+286 \text{ kJ mol}^{-1}$. CH_3OH এর দহন তাপ -715 kJ হলে এর গঠন তাপ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ



(4) ও (6) সমীকরণ যোগ করে পাই,

৭



Problem

□ মিথানল ও ইথানলের মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি এবং কেন? (CH_3OH , C_2H_5OH , CO_2 ও পানির গঠন তাপ যথাক্রমে $-250.5 \text{ KJmol}^{-1}$, 277 KJmol^{-1} , $-393.5 \text{ KJmol}^{-1}$ এবং -286 KJmol^{-1}

সমাধানঃ বিক্রিয়াটি হলোঃ $CH_3OH(l) + 1\frac{1}{2}O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l)$

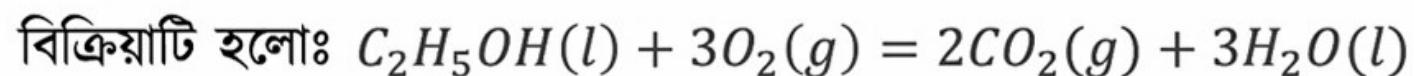
$$\begin{aligned}
 \Delta H &= \sum H_{\text{উৎপাদ}} - \sum H_{\text{বিক্রিয়ক}} \\
 &= (\Delta H_f_{CO_2} + 2\Delta H_f_{H_2O}) - \Delta H_f_{CH_3OH} - 1\frac{1}{2} \Delta H_f_{O_2} \\
 &= -393.5 + 2(-286) - (-250.5) - 1\frac{1}{2} \times O_2 \xleftarrow{0} \\
 &= (-965.5 + 250.5) \\
 &= -715 \text{ KJ mol}^{-1} \\
 &= -\frac{715}{32} \text{ kJ g}^{-1} \quad [CH_3OH \text{ এর আণবিক ভর } 32]
 \end{aligned}$$

$$\Delta H = -22.34 \text{ kJ g}^{-1}$$

Problem

□ মিথানল ও ইথানলের মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি এবং কেন? (CH_3OH , C_2H_5OH , CO_2 ও পানির গঠন তাপ যথাক্রমে $-250.5 \text{ KJmol}^{-1}$, 277 KJmol^{-1} , $-393.5 \text{ KJmol}^{-1}$ এবং -286 KJmol^{-1}

আবার,

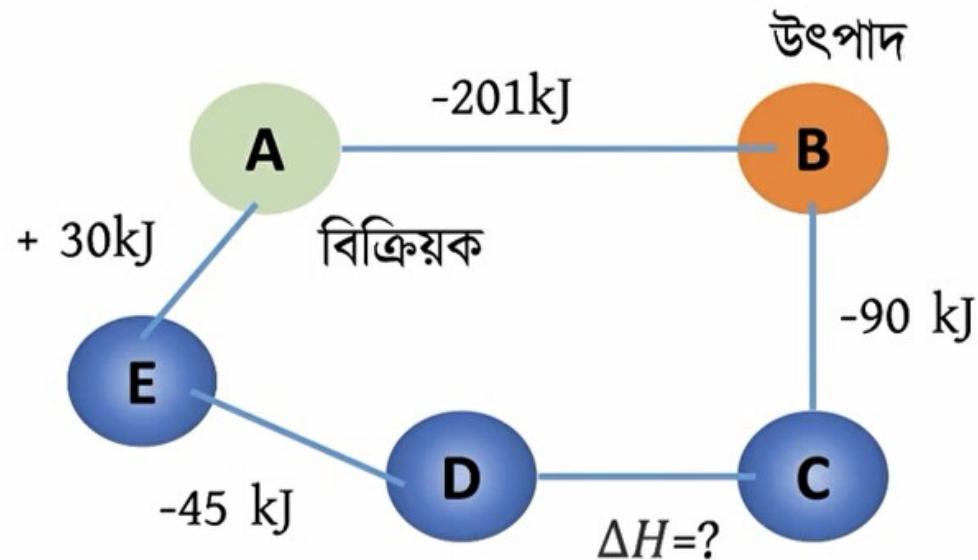


$$\begin{aligned}
 \Delta H &= \sum H_{\text{উৎপাদ}} - \sum H_{\text{বিক্রিয়ক}} \\
 &= (2\Delta H_f_{CO_2} + 3\Delta H_f_{H_2O}) - \Delta H_f_{C_2H_5OH} - 3 \Delta H_f_{O_2} \\
 &= 2(-393.5) + 3(-286) - (-277) - 3 \times 0 \\
 &= -1368 \text{ kJmol}^{-1} \\
 &= -29.74 \text{ kJg}^{-1} \quad [C_2H_5OH \text{ এর আণবিক ভর } 46]
 \end{aligned}$$

যেহেতু সমপরিমাণ ইথানল দহনে বেশি তাপশক্তি পাওয়া যায়, সেহেতু জ্বালানী হিসাবে ইথানল অধিক উপযোগী

Problem

নিম্নের চিত্রের বিক্রিয়াটির বিক্রিয়াতাপ কত হবে?



সমাধানঃ

হাসের সূত্রানুসারে,

$$-201 = +30 - 45 + \Delta H - 90$$

$$\text{বা, } \Delta H = -201 - 30 + 45 + 90 = -96 \text{ kJ}$$

Problem

- 20g ইথানলকে পুড়িয়ে 5 kg পানির তাপমাত্রা 2°C বৃদ্ধি করা হলো । দহন তাপ নির্ণয় কর ।

সমাধান,

$$20 \text{ g ইথানল পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = ms\Delta\theta = (5 \times 4.2 \times 2) \text{ kJ}$$



$$1 \text{ g ইথানল পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = \frac{5 \times 4.2 \times 2}{20} \text{ kJ}$$

$$\therefore 46 \text{ g ইথানল পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = \frac{5 \times 4.2 \times 2 \times 46}{20} \text{ kJ} = 96.6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

- 2.5 g কার্বনকে পুড়িয়ে 2.5 kg পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 32°C এ উন্নীত করা হলো । দহন তাপ নির্ণয় কর ।

$$\text{এখানে , } \Delta\theta = (32.5 - 30)^{\circ}\text{C} = 2.5^{\circ}\text{C} = 2.5 \text{ k}$$

$$2.5 \text{ g কার্বন পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = ms\Delta\theta = (2.5 \times 4.2 \times 2.5) \text{ kJ}$$

$$1 \text{ g ইথানল পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = \frac{2.5 \times 4.2 \times 2.5}{2.5} \text{ kJ}$$

$$\therefore 12 \text{ g ইথানল পোড়ালে উৎপন্ন তাপ} = \frac{2.5 \times 4.2 \times 2.5 \times 12}{2.5} \text{ kJ} = 126 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Problem

□ 100g দ্রবণ প্রস্তুতির সময় 5°C তাপমাত্রার শোষণ ঘটলে দ্রবণ তাপ কত কিলো ক্যালরি?

সমাধান,

1 kg দ্রবণের তাপমাত্রা 1°C কমলে তাপ কমে 1 kcal

0.1 kg দ্রবণের তাপমাত্রা 5°C কমলে তাপ কমে $1 \times 0.1 \times 5$ kcal = 0.5 kcal