



# রাসায়নিক পরিবর্তন

Chemical Change

## রাসায়নিক পরিবর্তন

বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার প্রভাব সংক্রান্ত অ্যারহেনিয়াসের সমীকরণ :

$$K = Ae^{-\frac{Ea}{RT}}$$

সমীকরণটির উভয় পক্ষে  $\ln$  নিয়ে  $\ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT}$

$$\Rightarrow \log k = \left(-\frac{Ea}{2.303R}\right) \times \frac{1}{T} + \log A$$

এই সমীকরণ  $y = mx + c$  এর অনুরূপ।

যেখানে  $y = \log k$ ,  $x = \frac{1}{T}$

$$\therefore \log k \text{ বনাম } \frac{1}{T} \text{ গ্রাফের ঢাল, } m = -\frac{Ea}{2.303R}$$

$$\therefore Ea = -2.303m$$

এভাবে ঢাল থেকে সক্রিয় শক্তি নির্ণয় করা যায়।

যদি  $T_1$  ও  $T_2$  তাপমাত্রায় হার প্রবন্ধ যথাক্রমে  $K_1$  ও  $K_2$  হয় তবে।

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{Ea}{2.303R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

১। একটি বিক্রিয়ার ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রা বেগ প্রবন্ধের মান লেকচিত্রে  $\log K$  বনাম  $T^{-1}$  এর বিপরীতে স্থাপন করে যে সরল রেখা পাওয়া যায় তার ঢাল  $-2.872 \times 10^3$  বিক্রিয়াটির সক্রিয় শক্তির মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\text{প্রশ্নমতে, } -\frac{Ea}{2.303R} = -2.872 \times 10^3$$

$$\Rightarrow \frac{Ea}{2.303 \times 8.314} = -2.872 \times 10^3$$

$$\Rightarrow Ea = 54990.59 \text{ Jmol}^{-1}$$

$$\therefore Ea = 55 \text{ KJmol}^{-1} \text{ (প্রায়) উত্তর } 55 \text{ KJmol}^{-1}$$

২।  $2\text{Hi}(g) \rightarrow \text{H}_2(g) + \text{I}_2(g)$  এর বিয়োজনের ক্ষেত্রে  $275^\circ\text{C}$  ও  $500^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় হার প্রবন্ধের মান যথাক্রমে  $3.50 \times 10^{-7} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ও  $3.92 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  বিয়োজন বিক্রিয়ার সক্রিয় শক্তির মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\text{এখানে, } T_1 = (275 + 273) \text{ K} = 548 \text{ K}$$

$$T_2 = (500 + 273) \text{ K} = 773 \text{ K}$$

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{Ea}{2.303R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{3.92 \times 10^{-2}}{3.50 \times 10^{-7}}\right) = \frac{Ea}{2.303 \times 8.314} \left(\frac{1}{548} - \frac{1}{773}\right)$$

$$Ea = 182.014 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

$$\therefore Ea = 182.014 \text{ KJmol}^{-1}$$

৩।  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির বেগ ধ্রুবকের মান  $1.85 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  মান শূন্য হয় তবে  $35^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

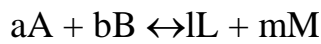
$$\text{সমাধান : } \log \frac{K_2}{K_1} = \frac{Ea}{2.303R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

দেওয়া আছে,  $Ea = 0$

$$\therefore \log \frac{K_2}{K_1} = 0 = \frac{K_2}{K_1} = \log^{-1}(0) = K_2 = K_1 \cdot 1 \therefore K_2 = 1.85 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{উত্তরঃ } 1.85 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

**$K_p$  ও  $K_c$  সংক্রান্ত গননা:**



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

$$K_c \text{ এর একক} = (\text{molL}^{-1})^{(e+m)-(a+b)}$$

$$= (\text{molL}^{-1})^{n_2 - n_1}$$

$$= (\text{molL}^{-1})^{\Delta n}$$

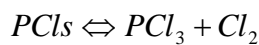
$$K_p = \frac{P_L^l P_M^m}{P_A^a P_B^b}$$

$$K_p \text{ এর একক} = (\text{atm})^{\Delta n}$$

১।  $250^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 10 L আয়তনের একটি পাত্রে 1 mol  $\text{PCl}_5$  নিয়ে বিয়োজিত করা হলো। সাম্যধ্রুবক

$$K_c = 0.041 \text{ হলে ঐ বিক্রিয়ায় কত মোল } \text{Cl}_2 \text{ উৎপন্ন হয়েছিল?}$$

সমাধানঃ ধরি, সাম্যবস্থায়  $\text{PCl}_5$  বিয়োজিত হয়  $x$  মোল



প্রারম্ভিক অবস্থায় ১                      ০                      ০

মোল সংখ্যা                       $(1-x)$                        $x$

$$\text{সাম্যবস্থায় } \text{PCl}_5 \text{ এর মোলার ঘনমাত্রা } [\text{PCl}_5] = \frac{1-x}{V} \text{ molL}^{-1}$$

$$PCl_3 \text{ এর মোলার ঘনমাত্রা } [Cl_2] = \frac{x}{v} \text{ molL}^{-1}$$

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

$$\text{or, } K_c = \frac{\left[\frac{x}{v}\right]\left[\frac{x}{v}\right]}{\left[\frac{1-x}{v}\right]}$$

$$\text{or, } K_c = \frac{x^2}{(1-x)v}$$

$$\therefore 0.041 = \frac{x^2}{(1-x)10}$$

$$\text{or, } x^2 + 0.41x - 0.41 = 0$$

$$x = .467 \text{ অথবা } x = -0.877 \text{ [গ্রহণযোগ্য নয়]}$$

$$\therefore \text{এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়েছিল } 0.467 \text{ mol } Cl_2$$

$$\text{Ans. } 0.47 \text{ mole}$$

২।  $70^\circ C$  তাপমাত্রায়  $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$  সাম্য বিক্রিয়াটির  $K = 1.8 \text{ atm}$  কত চাপে রাখলে একই তাপমাত্রায়  $PCl_5$  এর 50% বিয়োজিত হবে?

সমাধানঃ  $PCl_5$  এর বিয়োজন

	$PCl_5$	$\rightleftharpoons$	$PCl_3$	+	$Cl_2$
প্রারম্ভিক অবস্থায় মোল সংখ্যা	1mol		0mol		0mol
	(1-0.5)		0.5		0.5

সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা

$$\text{এ বিয়োজনের ক্ষেত্রে, } K_p = \frac{x^2}{1-x^2} \times P$$

$$\text{or, } 1.8 = \frac{0.5^2}{1-0.5^2} \times P$$

$$\text{or, } P = 5.4 \text{ atm}$$

$$\text{Ans. } 5.4 \text{ atm}$$

৩।  $27^\circ C$  তাপমাত্রায় ও  $1 \text{ atm}$  চাপে একটি আবদ্ধ পাত্রে  $N_2O_4$  0.19% কে বিয়োজিত করে  $NO_2$  কে পরিনত করা হলো  $N_2O_2$ । এর 20% বিয়োজিত সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করেছিল।

ক) এ বিয়োজনে  $K_p$  এর মান হিসাব কর।

খ)  $27^\circ C$  তাপমাত্রায় ও  $0.1 \text{ atm}$  চাপে  $N_2O_4$  এর শতকরা কত ভাগ বিয়োজিত হতে পারবে নির্ণয় কর।

সমাধানঃ ক) সাম্যাবস্থায় 20%  $N_2O_2$  বিয়োজিত হয় যেহেতু বিয়োজন মাত্রা  $\alpha = 0.2$  মোট চাপ,  $p = 1 \text{ atm}$



প্রাথমিক অবস্থায়	1	0
সাম্যাবস্থায়	$1-0.2$	$0.2 \times 2$
	$= 0.8$	$= 0.4$

তাহলে,

$$N_2O_4 \text{ এর আংশিক চাপ, } P_{N_2O_4} = \frac{0.8}{0.2} \times 0.67 \text{ atm}$$

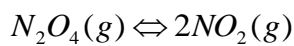
$$NO_2 \text{ এর আংশিক চাপ, } P_{NO_2} = \frac{0.4}{0.1} \times 0.33 \text{ atm}$$

$$\therefore K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$$

$$= \frac{(0.33)^2}{0.67}$$

$$= 0.163 \text{ atm} \quad \text{Ans. } 0.163 \text{ atm}$$

খ)  $N_2O_4$  এর বিয়োজন  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$



প্রারম্ভিক মোল সংখ্যা  $\alpha$  0

সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা  $(a-x)$   $2x$

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

$(a+x) \text{ mol}$

সাম্যাবস্থায়  $NO_2$  এর আংশিক চাপ  $P_{NO_2} = \left( \frac{2x}{a+x} \right) \times P$

সাম্যাবস্থায়  $N_2O_4$  এর আংশিক চাপ  $P_{N_2O_4} = \left( \frac{a-x}{a+x} \right) \times P$

$$\therefore K_p = \frac{\left( P \times \frac{2x}{a+x} \right)^2}{P \times \frac{a-x}{a+x}}$$

$$or, K_p = \frac{4x^2}{a^2 - x^2} \times P$$

$$or, 0.17 = \frac{4x^2}{1 - x^2} \times 0.1 \text{ [এখানে বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় করতে বলা হয়েছে তাই ধরা হয়েছে।]}$$

$$or, x^2 = 0.298$$

$$or, x = 0.55$$

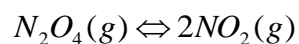
∴ বিয়োজন মাত্রা

$$= (0.55 \times 100)$$

$$= 55\%$$

৪।  $60^\circ C$  তাপমাত্রা  $N_2O_4$  এর বিয়োজন সাম্যধ্রুবক  $K_p = 0.664 \text{ atm}$  মোট চাপ  $10 \text{ atm}$  হলে বিয়োজন মাত্রা কত?

সমাধানঃ



প্রাথমিক অবস্থায় 1                      0

সাম্যাবস্থায়                      1-x                      2x

তাহলে,

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

[ P = মোট চাপ = 10 atm]

$$or, 0.664 K_p = \frac{4x^2}{1 - x^2} \times 10$$

$$or, 0.664 - 0.664x^2 = 40x^2$$

$$or, x^2 = 0.01632$$

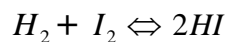
$$or, x = 0.128$$

∴ বিয়োজন মাত্রা

$$= (0.128 \times 100)\%$$

$$= 12.8\%$$

৫।  $450^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায়  $\text{H}_2$  ও  $\text{I}_2$  এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে  $\text{HI}$  উৎপন্ন করা হলো।  $\text{H}_2$  ও  $\text{I}_2$  এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা  $2.55\text{mol/L}$  এবং সাম্যাবস্থার মান 550 হলে সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদকের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।



প্রারম্ভিক অবস্থার মোল সংখ্যা 2.55 mole      2.55 mole      0 mole

সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা  $(2.55-x)$   $(2.55-x)$   $2x$

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$$\text{or}, 550 = \frac{4x^2}{(2.55-x)(2.55-x)}$$

$$\text{or}, 546x^2 - 2805x + 3576.375 = 0$$

$$x = 2.78 \text{ অথবা } x = 2.3492$$

[ $x = 2.78$  গ্রহণ যোগ্য নয় কারণ এক্ষেত্রে উৎপাদেও পরিমাণ বিক্রিয়কের চেয়ে বেশি হয়।]

$$\therefore [\text{HI}] = 2 \therefore x$$

$$= 2 \times 2.3492$$

$$4.7\text{mol/L}$$

$$[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = (2.55 - 2.3492)$$

$$= 0.2 \text{ mol/L Ans:}$$

৬।  $500^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় ও চাপে 200atm চাপে  $\text{N}_2$  &  $\text{H}_2$  এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে  $\text{NH}_3$  উৎপাদন করা

হল।  $\frac{1}{2}\text{N}_2 + \frac{3}{2}\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$  সাম্যাবস্থায় 2.5 mole%  $\text{NH}_3$  বর্তমান। সাম্যধ্রুবক  $K_p$  এর মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ প্রশ্নমতে, সাম্যাবস্থায় 100 mole মিশ্রনে ২৫ mole  $\text{NH}_3$  আছে।

অতএব, ১০ mole মিশ্রনে আছে ০.২৫ mole  $\text{NH}_3$

বিক্রিয়ায় = 3:1

সাম্যাবস্থায়  $\text{H}_2$  ও  $\text{N}_2$  আছে যথাক্রমে,

$$\therefore \frac{(1-0.25) \times 3}{4} = 0.5625\text{mol } \text{H}_2$$

$$\therefore \frac{(1-0.25) \times 1}{4} = 0.1875\text{mol } \text{N}_2$$

$$\therefore n_{\text{NH}_3} = 0.25\text{mol};$$

$$n_{\text{H}_2} = 0.5625\text{mol};$$

$$n_{\text{N}_2} = 0.1875\text{mol}$$

$$\therefore n_{total} = 1 \text{ mol}$$

মোট চাপ  $p = 200 \text{ atm}$

$$\therefore n_{NH_3} = \frac{n_{NH_3}}{n_{total}} \times P$$

$$= \frac{0.25}{1} \times 200$$

$$= 50 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = \frac{0.1875}{1} \times 200$$

$$= 37.5 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = \frac{0.5625}{1} \times 200 = 112.5 \text{ atm}$$

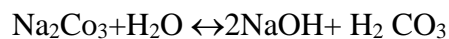
$$K_p = \frac{P_{NH_3}}{P_{H_2}^{\frac{3}{2}} \times P_{N_2}^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 6.8427 \times 10^{-3} \text{ atm}^{-1}$$

### **pH ও বাফার দ্রবণ সংক্রান্তঃ-**

#### **Type-1: তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের pH**

1.  $0.03 \text{ M Na}_2\text{CO}_3$  এর  $p^H = ?$



1 mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  থেকে 2 mol  $\text{OH}^-$  পাওয়া যায়,

$$\therefore [\text{OH}^-] = 2 \times 0.03$$

$$\therefore [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]}$$

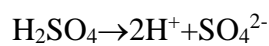
$$p^H = -\log[\text{H}^+]$$

2.  $2\% \text{ H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণের  $p^H = ?$

আগে ঘনমাত্রা বের করতে হবে।

$$100 \text{ mL দ্রবণে } \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{ g}$$

$$\text{ঘনমাত্রা বের করার সূত্র:- } S = \frac{w \times 1000}{MV} = \frac{2 \times 1000}{98 \times 1000} = .204 \text{ M}$$



1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  থেকে 2 mol  $\text{H}^+$  পাওয়া যায়,

$$\therefore [\text{H}^+] = 2 \times .204 = .404$$

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

ঘনমাত্রার সূত্র দিয়ে না করে এভাবেও করা যায়-

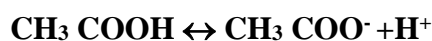
$$100 \text{ mL দ্রবণে } \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{ g}$$

$$100 \text{ mL দ্রবণে } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{2 \times 1000}{100} \text{ g} = 20 \text{ g} = \frac{20}{98} \text{ mol} = .204 \text{ mol}$$



### Type-2: মৃদু এসিড ও মৃদু ক্ষরের $P^H$

1.  $0.1M CH_3 COOH$  এর  $P^H = ?$  [ $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ]



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

$$\Rightarrow [CH_3 COO^-][H^+] = K_a [CH_3 COOH]$$

$$\Rightarrow [H^+][H^+] = K_a [CH_3 COOH]$$

$$[\therefore CH_3 COO^- : H^+ = 1 : \text{এদের ঘনমাত্রা সমান}]$$

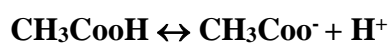
$$\Rightarrow [H^+]^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1$$

$$\Rightarrow [H^+] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}$$

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

2.  $25^\circ C$  তাপমাত্রায়  $0.1M CH_3COOH$

5% আয়ণিত হয়।  $P^H = ?$



প্রাথমিক C                      O                      O

সাম্যা: C -  $\alpha$ C                       $\alpha$ C                       $\alpha$ C

$$[H^+] = \alpha C = \frac{5}{100} \times 0.1$$

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

### Type-3: $P^H$ থেকে $[H^+]$ অথবা $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা

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

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

$$[H^+] = 10^{-P^H} \text{ বা } [OH^-] = \frac{[H^+]}{10^{-14}}$$

$$\text{তদ্রূপ } [OH^-] = 10^{-P^{OH}} \text{ বা } [H^+] = \frac{[OH^-]}{10^{-14}}$$

### Type-4: বাফার দ্রবণের $P^H$ গণনা

অম্লীয় বাফারের জন্য,

$$P^H = P^{ka} + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$P^{OH} = P^{ka} + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

1.  $4.0 \text{ pH}$  এর বাফার দ্রবন তৈরী করতে  $150\text{mL } 0.09\text{M HCOOH}$  দ্রবণে কত আয়তন ডেসিমোলার ঘনমাত্রার সোডিয়াম মিথানয়েট যোগ করবে?

$$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$$

$$150\text{mL } 0.09\text{M HCOOH} \equiv (150 \times 0.09)\text{mL } 1\text{M HCOOH} \equiv 13.5\text{mL } 1\text{M HCOOH}$$

ধরি,  $X \text{ mL } 1\text{M HCOONa}$  যোগ করতে হবে

$$X \text{ mL } 1\text{M HCOONa} = (x \times 1)\text{mL } 1\text{M HCOONa}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{HCOONa}]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$4 = -\log(1.8 \times 10^{-4}) + \log \frac{x \times 1}{13.5}$$

**Example-2:**  $50\text{mL } 0.175\text{M HCOOH}$  দ্রবণে  $50\text{mL } 0.09\text{M KOH}$  দ্রবণ যোগ করে বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা হল।

$$\text{pH} = ? (K_a = 1.8 \times 10^{-4})$$

$$50\text{mL } 0.175\text{M HCOOH} \equiv (50 \times 0.175) \text{ mL } 1\text{M HCOOH} \equiv 8.75\text{mL } 1\text{M HCOOH}$$

$$50\text{mL } 0.09\text{M KOH} \equiv (50 \times 0.09) \text{ mL } 1\text{M KOH} \equiv 4.5\text{mL } 1\text{M KOH}$$

এখন

$$4.5 \text{ mL } 1\text{M KOH} \text{ কর্তৃক } 4.5 \text{ mL } 1\text{M}$$

$\text{HCOOK}$  তৈরী করবে এবং দ্রবণে

$$(8.75 - 4.5) \text{ mL} = 4.25 \text{ mL } 1\text{M HCOOH}$$

অবশিষ্ট থাকবে ফলে  $4.25 \text{ mL } 1\text{M HCOOH}$  এর সাথে  $4.5 \text{ mL } 1\text{M HCOOK}$  অম্লীয় বাফার তৈরী করবে।

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$= -\log(1.8 \times 10^{-4}) + \log \frac{4.5}{4.2}$$

3.  $5\text{pH}$  এর বাফার প্রস্তুত করতে  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ও  $\text{CH}_3\text{COONa}$  কী অনুপাতে মেশাতে হবে?  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 10^{(\text{pH} - \text{p}K_a)}$$

$$\Rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} : \text{CH}_3\text{COONa} = \frac{1}{10^{(\text{pH} - \text{p}K_a)}}$$

4.  $4.05 \text{ pH}$  এর একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে  $500\text{mL}$  পানিতে  $1.2\text{g CH}_3\text{COONa}$  যোগ করার পর কত গ্রাম  $\text{CH}_3\text{COOH}$  যোগ করতে হবে?

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{w \times 1000}{MV}$$

$$= \frac{1.2 \times 1000}{60 \times 500}$$

$$= 0.04\text{M}$$

$$\therefore 500\text{mL } 0.04\text{M CH}_3\text{COOH} \equiv (500 \times 0.04)\text{mL } 1\text{M CH}_3\text{COOH} \equiv 20\text{mL } 1\text{M CH}_3\text{COOH}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COONa] = 4.04$$

∴ 4.04 mL 1M  $CH_3COONa$  যোগ করতে হবে।

$$S = \frac{w \times 100}{mv}$$

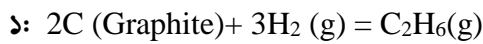
$$W = \frac{smv}{1000}$$

$$= \frac{1 \times 82 \times 4.04}{1000}$$

$$= .33128g$$

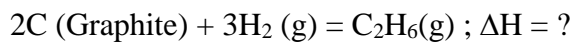
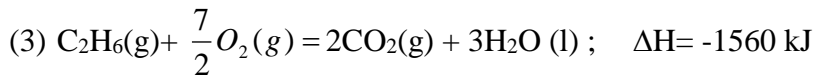
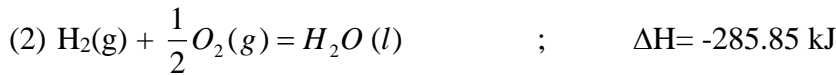
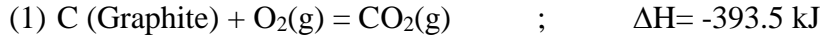
#### তাপ রাসায়নিক গণনা

#### Type-1: সংগঠন তাপ নির্ণয়

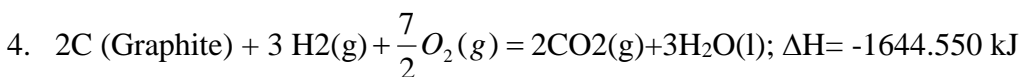
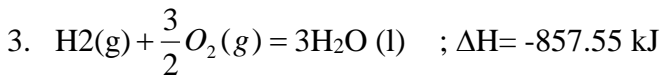
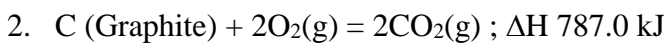


নিচে প্রদত্ত উপাত্তগুলির সাহায্যে উপরের বিক্রিয়াটির বিক্রিয়া তাপ অর্থাৎ  $C_2H_6(g)$  এর গঠন এনথালপি গণনা কর।

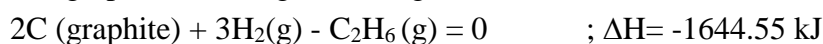
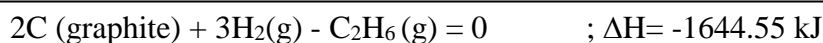
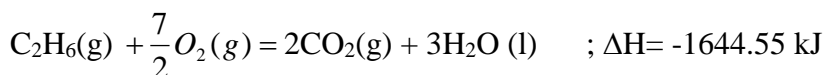
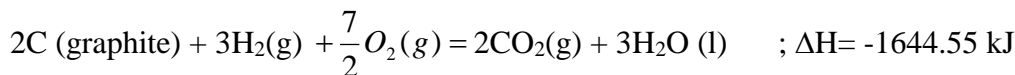
তাপ-রাসায়নিক সূত্রের সাহায্যে গণনা



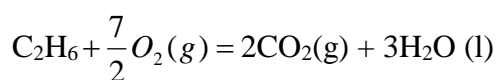
1. নং সমীকরণকে ২ দ্বারা এবং ২ নং সমীকরণকে ৩ দ্বারা গুণ করে যোগ করা হলে পাওয়া যায়-



এবার ৪ নং সমীকরণ থেকে ৩ নং সমীকরণ দিয়ে বিয়োগ করলে কাজিত সমীকরণটি পাওয়া যায়-



বিকল্প ( গঠন তাপের সংজ্ঞানসারে) গণনা



বিক্রিয়াটির এনথালপির পরিবর্তন,

$$\Delta H = (3 \times H_{H_2O}^0 + 2 \times H_{CO_2}^0) - (H_{C_2H_6}^0 + \frac{7}{2} \times H_{O_2}^0) = -1560 kJ$$

এখানে  $H_{H_2O}^0$  প্রমাণ অবস্থায়  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = H_2O(l)$  বিক্রিয়াটির বিক্রিয়া তাপ = - ২৮৫.৮৫ kJ

$$\text{কারণ, } \Delta H_f^0 = H_{H_2O}^0 - \left( H_{H_2}^0 + \frac{1}{2}H_{O_2}^0 = 0 \right) \text{ ও } H_{O_2}^0 = 0 \text{ (শূন্য)}$$

অনুরূপভাবে,  $H_{CO_2}^0$  প্রমাণ অবস্থায়  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g)$  বিক্রিয়াটির বিক্রিয়াতাপ = - 393.5 kJ

কারণ,  $H_C^0$  এবং  $H_{O_2}^0 = 0$  (শূন্য)

$$\text{সুতরাং } 3 \times (-285.85) + 2 \times (393.5) - H_{C_2H_6}^0 = 1560 kJ$$

$$\text{বা, } 875.55 kJ - 787.0 kJ - H_{C_2H_6}^0 = 1560 kJ$$

$$\text{বা, } H_{C_2H_6}^0 = -1560 kJ + 1644.55 kJ = 84.55 kJ$$

$$\text{বা, } H_{C_2H_6}^0 = -84.55 kJ$$

উত্তরঃ প্রদত্ত বিক্রিয়াটির বিক্রিয়া তাপ - 84.55 kJ

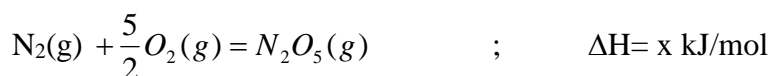
উদাহরণ-২ঃ নিম্নে প্রদত্ত ডাটাসমূহের ভিত্তিতে  $N_2O_5$  এর গঠন এনথালপি নির্ণয় কর।

$$(1) N_2(g) + O_2(g) = 2NO(g) \quad ; \quad \Delta H = +180.5 kJ/mol$$

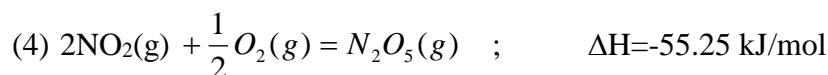
$$(2) 4NO_2(g) + O_2(g) = 2N_2O_5(g) \quad ; \quad \Delta H = +110.5 kJ/mol$$

$$(3) 2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g) \quad ; \quad \Delta H = +114.1 kJ/mol$$

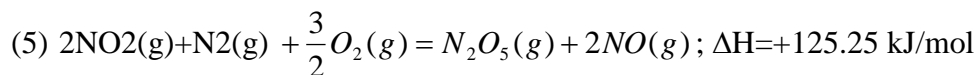
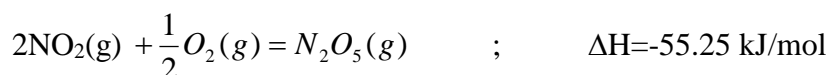
সমাধানঃ



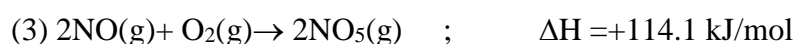
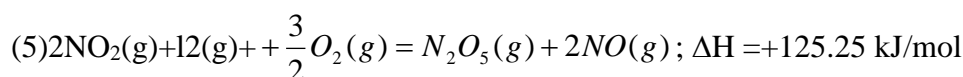
২ নং সমীকরণকে ২ দ্বারা ভাগ করে পাওয়া যায়-



4 নং সমীকরণের সাথে ১ নং সমীকরণ যোগ করলে পাওয়া যায়-



5 নং সমীকরণের সাথে ৩ নং সমীকরণ যোগ করলে কাঙ্ক্ষিত সমীকরণটি পাওয়া যাবে-





বিকল্প পদ্ধতি  $N_2O_5$  এর গঠন এনথালপি গণনা

২ নং সমীকরণ থেকে আমরা লিখতে পারি-

$$2H_{N_2O_5}^0 - (4H_{NO_2}^0 + H_{O_2}^0) = 110.5 \text{ kJ}$$

$$\text{বা, } 2H_{N_2O_5}^0 = -110.5 \text{ kJ} + 4H_{NO_2}^0 \quad [\because +H_{O_2}^0 = 0]$$

$$\text{বা, } H_{N_2O_5}^0 = -55.25 \text{ kJ} + 2H_{NO_2}^0 \dots\dots\dots(4)$$

৩ নং সমীকরণ থেকে আমরা লিখতে পারি

$$2H_{NO_2}^0 - (H_{N_2O_5}^0 + H_{O_2}^0) = -114.1 \text{ kJ}$$

$$\text{বা, } 2H_{NO_2}^0 = -114.1 \text{ kJ} + H_{N_2O_5}^0 + H_{O_2}^0$$

$\therefore$  ৪ নং সমীকরণ থেকে আমরা লিখতে পারি

$$H_{N_2O_5}^0 = -55.25 \text{ kJ} - 114.1 \text{ kJ} + 2H_{NO_2}^0$$

এবার ১ নং সমীকরণ থেকে আমরা লিখতে পারি-

$$2H_{NO}^0 - (H_{N_2}^0 + H_{O_2}^0) = 180.5 \text{ KJ}$$

$$\text{বা, } 2H_{NO}^0 = 180.5 \text{ KJ} \quad [\because H_{N_2}^0 = 0 \text{ এবং } H_{O_2}^0 = 0] \dots\dots(৬)$$

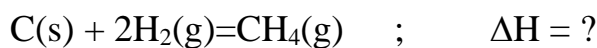
সুতরাং,  $2H_{NO}^0$  এর মান ৫ নং সমীকরণ বসিয়ে আমরা লিখতে পারি-

$$H_{N_2O_5}^0 = -(55.25 - 114.1 + 180.5) = 11.15 \text{ kJ}$$

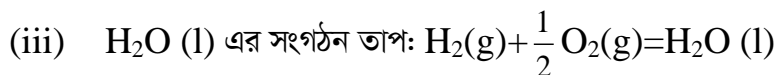
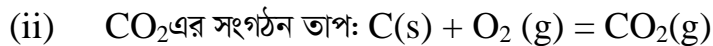
উত্তরঃ প্রমাণ অবস্থায়  $N_2O_5$  এর গঠন এনথালপি 11.15 kJ

৩ : মিথেনের দহন তাপ- 890.425kJ/mol;  $CO_2(g)$  এবং  $H_2O(l)$  এর গঠন তাপ যথাক্রমে 406.13 ও -285.85 kJ/mol হলে  $CH_4$  এর সংগঠন তাপ হিসাব কর।

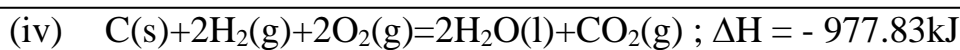
সমাধানঃ মিথেনের সংগঠন তাপের তাপ - রাসায়নিক সমীকরণ হলো:



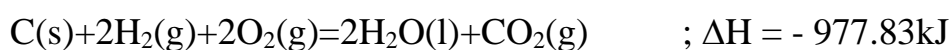
প্রশ্নে প্রদত্ত বিক্রিয়া তাপগুলিকে তাপ-রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়-



(iii) নং সমীকরণকে ২ দ্বারা গুণ করে (ii) নং সমীকরণের সাথে যোগ করলে পাওয়া যায়-

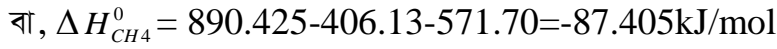
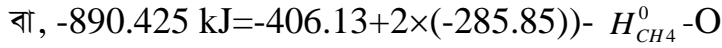
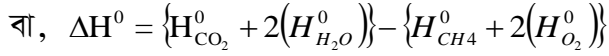
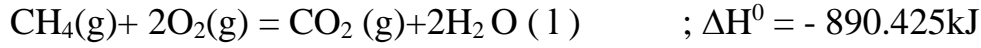


এবার ৪ নং সমীকরণ থেকে ১ নং সমীকরণ বিয়োগ করলে পাওয়া যায়-





বিকল্প পদ্ধতিতে: প্রশ্নে প্রদত্ত বিক্রিয়া তাপের মানগুলি প্রমাণ অবস্থায় প্রাপ্ত ধরা হলে, আমরা লিখতে পারি-



উত্তরঃ  $\text{CH}_4$  এর সংগঠন তাপ =  $- 87.405 \text{ kJ/mol}^{-1}$

প্রশ্ন-৪৪ কার্বনডাইসালফাইড, কার্বন ও সালফারের দহন এনথালপির মান যথাক্রমে  $-1109.17 \text{ kJ}$  ও  $-297.39 \text{ kJ}$  হলে

$\text{CS}_2$  এর গন এনথালপির মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

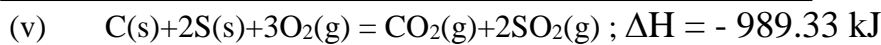
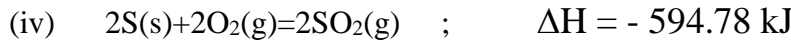
$\text{CS}_2$  এর গঠন বিক্রিয়ার তাপ রাসায়নিক সমীকরণ হলো-



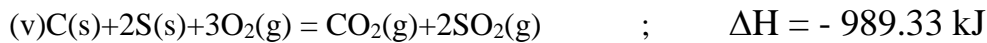
প্রশ্নে প্রদত্ত বিক্রিয়াগুলিকে তাপ রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়-



(iii) নং সমীকরণকে ২ দ্বারা গুণ করো (ii) নং সমীকরণের সাথে যোগ করলে পাওয়া যায়-



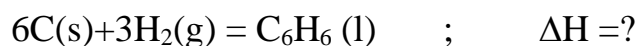
এবার (v) নং সমীকরণ থেকে (i) নং সমীকরণ বিয়োগ করলে পাওয়া যায়-



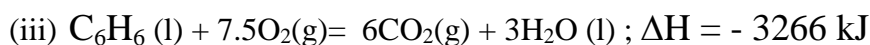
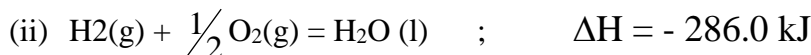
উত্তরঃ  $\text{CS}_2$  এর গঠন এনথালপির মান  $119.84 \text{ kJ}$

প্রশ্ন-৫ঃ কার্বনডাইঅক্সাইড ও পানির সংগঠন এনথালপি যথাক্রমে  $-393.1 \text{ kJ}$  ও  $-286.0 \text{ kJ}$  এবং বেনজিন এর প্রমাণ দহন তাপ  $-3266 \text{ kJ}$  হলে বেনজিনের ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) সংগঠন এনথালপির মান নির্ণয় কর।

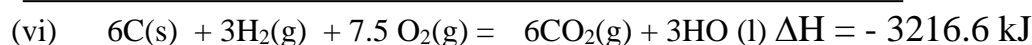
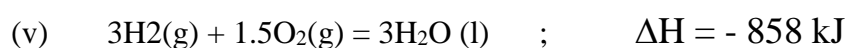
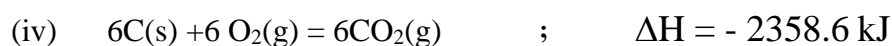
সমাধানঃ  $\text{C}_6\text{H}_6$  এর সংগঠন বিক্রিয়ার তাপ রাসায়নিক সমীকরণটি হলো-



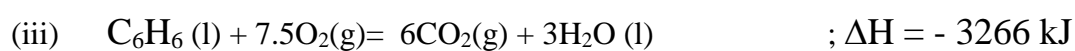
এবার প্রশ্নে প্রদত্ত বিক্রিয়াগুলিকে তাপ রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়-



এবার (i) নং সমীকরণকে 6 দ্বারা এবং (ii) নং সমীকরণকে 3 দ্বারা গুণ করে গুণফলদ্বয়কে যোগ করলে পাওয়া যায়-

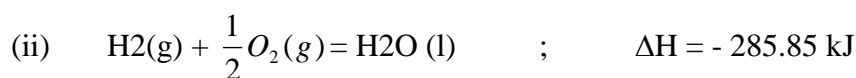
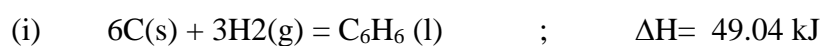


এখন (vi) নং সমীকরণ থেকে (iii) নং সমীকরণ বিয়োগ করলে পাওয়া যায়-



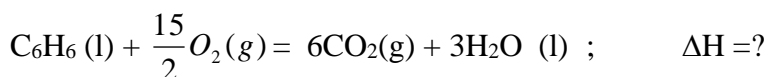
উত্তরঃ বেনজিনের সংগঠন এনথালপির মান  $49.4 \text{ kJ}$ ।

প্রশ্ন-৬ঃ নিচের বিক্রিয়াগুলির বিক্রিয়া তাপ থেকে বেনজিনের দহন এনথালপি গণনা কর।



সমাধানঃ প্রদত্ত উপাত্তগুলো প্রমাণ অবস্থায় প্রাপ্ত ধরা হলে নিম্নলিখিত ভাবে সমস্যাটির সমাধান করা যায়:

বেনজিনের দহন বিক্রিয়ার তাপ রাসায়নিক সমীকরণ হলো:



বিক্রিয়াটিতে এনথালপির পরিবর্তন

$\Delta H = \text{উৎপাদসমূহের এনথালপি} - \text{বিক্রিয়কসমূহের এনথালপি}$

$$= (6H_{\text{CO}_2} + 3H_{\text{H}_2\text{O}}) \left( H_{\text{C}_6\text{H}_6} + \frac{15}{2} H_{\text{O}_2} \right)$$

প্রশ্ন অনুসারে,  $H_{\text{C}_6\text{H}_6} = 49.04 \text{ kJ}$  [  $\therefore$  প্রমাণ অবস্থায়  $H_{\text{H}_2} = 0$  এবং  $H_{\text{C}} = 0$  ]

$H_{\text{CO}_2} = -389.32 \text{ kJ}$  [  $\therefore$  প্রমাণ অবস্থায়  $H_{\text{C}}$  এবং  $H_{\text{O}_2} = 0$  ]

$H_{\text{H}_2\text{O}} = -285.85 \text{ kJ}$  [  $\therefore$  প্রমাণ অবস্থায়  $H_{\text{H}_2}$  এবং  $H_{\text{O}_2} = 0$  ]

এবং  $H_{\text{O}_2} = 0$  [  $\therefore$  প্রমাণ অবস্থায়  $H_{\text{H}_2}$  এবং  $H_{\text{O}_2} = 0$  ]

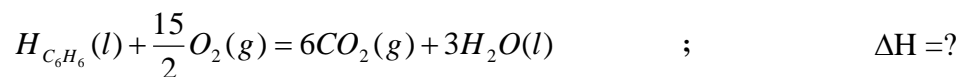
সুতরাং,  $\Delta H = \{ 6 \times (-389.32 \text{ kJ}) + 3 \times (-285.85) \} - (49.04 \text{ kJ})$

$$= -2335.92 - 857.55 - 49.04 = -3242.51 \text{ kJ}$$

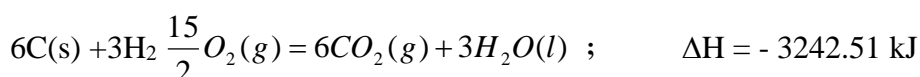
বিকল্প পথে

প্রদত্ত উপাত্তগুলো প্রমাণ অবস্থায় প্রাপ্ত না হলে নিম্নলিখিত উপায়ে বিকল্প পথে সমস্যাটির সমাধান করতে হয়:

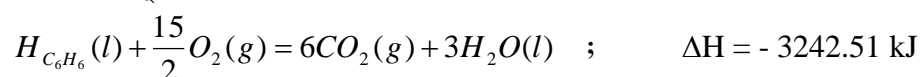
বেজিনের দহন বিক্রিয়ার কাল্পনিক তাপ-রাসায়নিক সমীকরণটি হলো:



3 নং সমীকরণকে 6 এবং 2 নং সমীকরণ 3 দ্বারা গুণ করে গুণফলদ্বয়কে যোগ করার পর যোগফল থেকে 1 নং সমীকরণ বিয়োগ করলে পাওয়া যায়-



বিক্রিয়াটিকে পূর্ণবিন্যাস করে পাওয়া যায়-



উত্তরঃ বেনজিনের দহন তাপ- 3242.51 kJ

প্রশ্ন-৭ : 0.5g কার্বনকে পুড়িয়ে 2.0 কেজি পানির তাপমাত্রা 297K থেকে 299K এ উন্নতি করা যায়। কার্বনের দহন তাপ গণনা কর। [পানির আঃ তাপ 1.0 Cal বা 4.184 J/g]

সমাধানঃ পানির আপেক্ষিক তাপ 4.184J/g

∴ 1.0 kg পানির তাপমাত্রা 1.0 ডিগ্রী উন্নতি করতে তাপ লাগে 4.184 kJ

∴ 2.0 কেজি পানির তাপমাত্রা ২ ডিগ্রী (299-297) উন্নত করতে তাপমাত্রা = 4.184 × 2 × 2 = 16.736 kJ

প্রশ্ন অনুসারে 0.5g কার্বন পুড়িয়ে তাপ উৎপন্ন হয়- 16.736 kJ

∴ 12.0g (কার্বনের পাঃ ভর) কার্বন পুড়িয়ে তাপ উৎপন্ন হয়

$$\frac{16.736 \times 12}{0.5} = 401.664 \text{ k Joule}$$

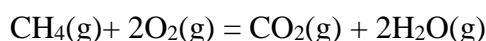
উত্তর : কার্বনের দহন তাপ 401.664 k Joule

প্রশ্ন-৮ঃ মিথেন ও ইথেন দুটো গ্যাসই জ্বালানী হিসাবে ব্যবহার করা যায়। নিম্নলিখিত যৌগগুলোর প্রমাণ সংগঠন তাপ থেকে বের কর কোনটি বেশি উপযোগী?

CH<sub>4</sub>(g), C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>(g), CO<sub>2</sub>(g) এবং H<sub>2</sub>O(g) এর প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে

-74.98, -84.52, -393.30 এবং -220.92 kJ

সমাধান: মিথেনের দহন বিক্রিয়া-



অতএব এ বিক্রিয়ায় উৎপাদিত তাপ

$$\Delta H_1 = \Delta H_{f(CO_2)} + 2\Delta H_{f(H_2O)}$$

$$-(\Delta H_{f(CH_4)} + 2\Delta H_{f(O_2)})$$

সুতরাং,

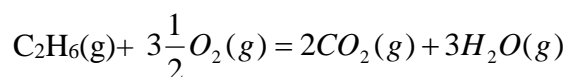
$$\Delta H_1 = -393.30 + 2 \times (-220.92) - (-74.89 + 0)$$

$$= -393.30 - 441.84 + 74.89 = -760.25 \text{ kJ} = -835.14 + 74.89 = -760.25 \text{ kJ}$$



মিথেনের আণবিক ভর 16। সুতরাং, প্রতিগ্রাম মিথেন থেকে তাপ উৎপাদিত হয়  $\frac{760.25}{16} = 47.52 \text{ kJ}$

ইথেন ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) এর দহন বিক্রিয়া:



অতএব এ বিক্রিয়ার দহন তাপ

$$\begin{aligned}\Delta H_2 &= 2 \times \Delta H_{f(\text{CO}_2)} + 3 \times \Delta H_{f(\text{H}_2\text{O})} - \left( \Delta H_{f\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})} + 3\frac{1}{2} \Delta H_{f\text{O}_2} \right) \\ &= 2(-393.3) + 3(-220.92) - (-84.52 + 0) \\ &= -786.6 - 662.76 + 84.52 \\ &= -1364.84 \text{ kJ}\end{aligned}$$