

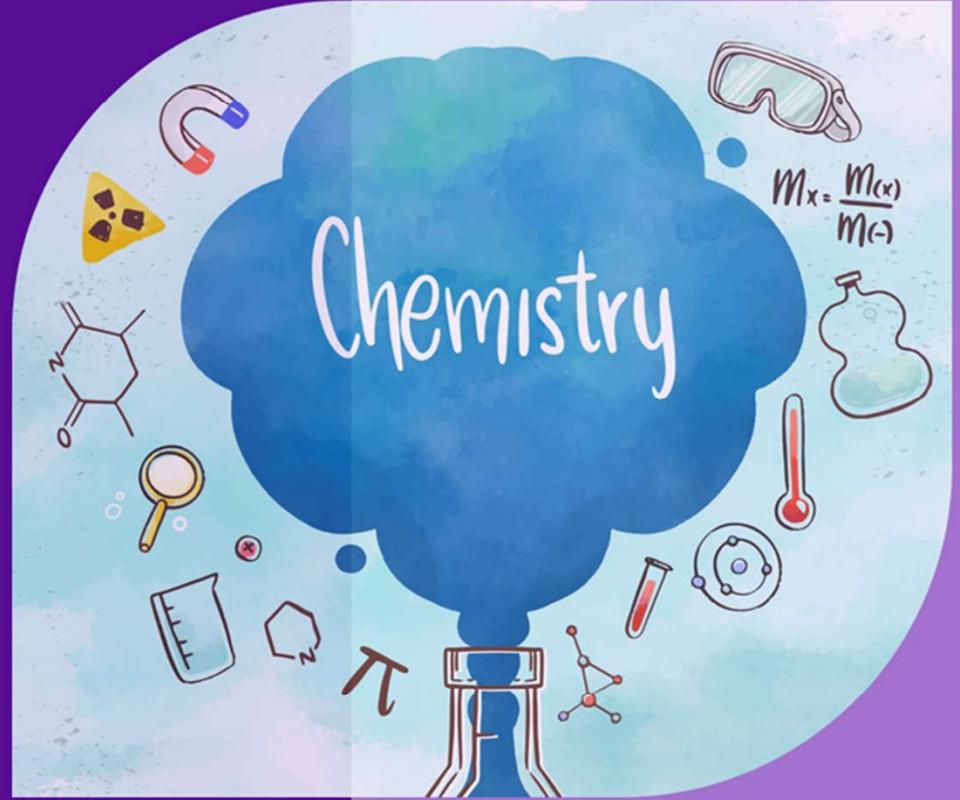


ইঞ্জিনিয়ারিং এডমিশন প্রোগ্রাম ২০২০

# রসায়ন

লেকচার : C-04

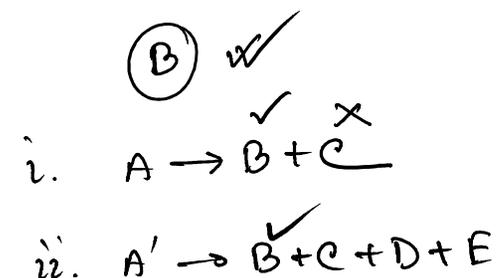
অধ্যায় ০৪ : রাসায়নিক পরিবর্তন (১ম পত্র)  
(গতিবিদ্যা ও তাপরসায়ন)



# Green chemistry (পরিবেশ বান্ধব)

Maximum production Minimum pollution

এটম ইকোনোমি (AE)



$$AE = \left( \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের ভর}}{\text{মোট উৎপাদের ভর}} \times 100 \right) \%$$

## সমস্যা

টাইটানিয়াম দুটি ভিন্ন ভিন্ন পদ্ধতি দ্বারা আকরিক থেকে নিষ্কাশন করা যায়।

[BUET'18-19]



কোন পদ্ধতিটি গ্রিনার ?

ii. Greener ✓

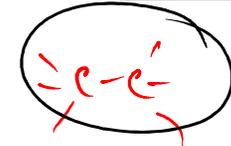
i.  $AE = \frac{48}{48 + 2(24 + 16)} \times 100 = 36.2\%$

ii.  $AE = \frac{48}{48 + 32} \times 100 = 60\%$

CFC → (ফ্লুরোকার্বন)



**Chloro Fluoro Carbon**



- $\text{C}_2 \rightarrow 6$
- $\text{C}_3 \rightarrow 8$
- $\text{C}_4 \rightarrow 10$
- $\text{C}_n \rightarrow (2n+2)$

$$\begin{array}{r} \text{CFC} - 11 \\ \hline 90 \\ 101 \\ \text{CHF} \\ \hline \text{CFCl}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{CFC} - 12 \\ \hline 90 \\ 102 \\ \text{CHF} \\ \hline \text{CF}_2\text{Cl}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{CFC} - 114 \\ \hline 90 \\ 204 \\ \text{CHF} \\ \hline \text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2 \end{array}$$

## বিক্রিয়ার হার/গতি (৩)



$$r = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt} = \frac{d[D]}{dt}$$

সংজ্ঞা

$r$  (+ve)



$$r = -\frac{1}{a} \cdot \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \cdot \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{c} \cdot \frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{d} \cdot \frac{d[D]}{dt}$$

Unit:

$$M \cdot s^{-1} / mol L^{-1} s^{-1}$$

## সমস্যা

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ; কোন এক মুহূর্তে  $\text{NH}_3$   $0.24 \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$  হারে বিক্রিয়া করে।

[BUET 17-18]

(ক) বিক্রিয়াটির হারের রাশিমালা লিখো।

(খ) পানি উৎপাদনের হার নির্ণয় করো।

$$\begin{aligned} \text{ক)} \quad r &= -\frac{1}{4} \cdot \frac{d[\text{NH}_3]}{dt} \\ &= -\frac{1}{5} \cdot \frac{d[\text{O}_2]}{dt} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \frac{d[\text{NO}]}{dt} \\ &= \frac{1}{6} \cdot \frac{d[\text{H}_2\text{O}]}{dt} \end{aligned}$$

খ)

$$-\frac{1}{4} \cdot \frac{d[\text{NH}_3]}{dt} = \frac{1}{6} \cdot \frac{d[\text{H}_2\text{O}]}{dt}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{4} \cdot (-0.24) = \frac{1}{6} \cdot x \cdot \frac{d[\text{H}_2\text{O}]}{dt}$$

$$\therefore \frac{d[\text{H}_2\text{O}]}{dt} = 0.36 \text{ Ms}^{-1} / \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$$

# Reaction theory

Collision theory

✓ - ଫୋର ଅର୍ଡ -

Transition state theory

✓ ଫୋର ଅର୍ଡ -

## Collision theory (শর্ত)

The reactants must collide

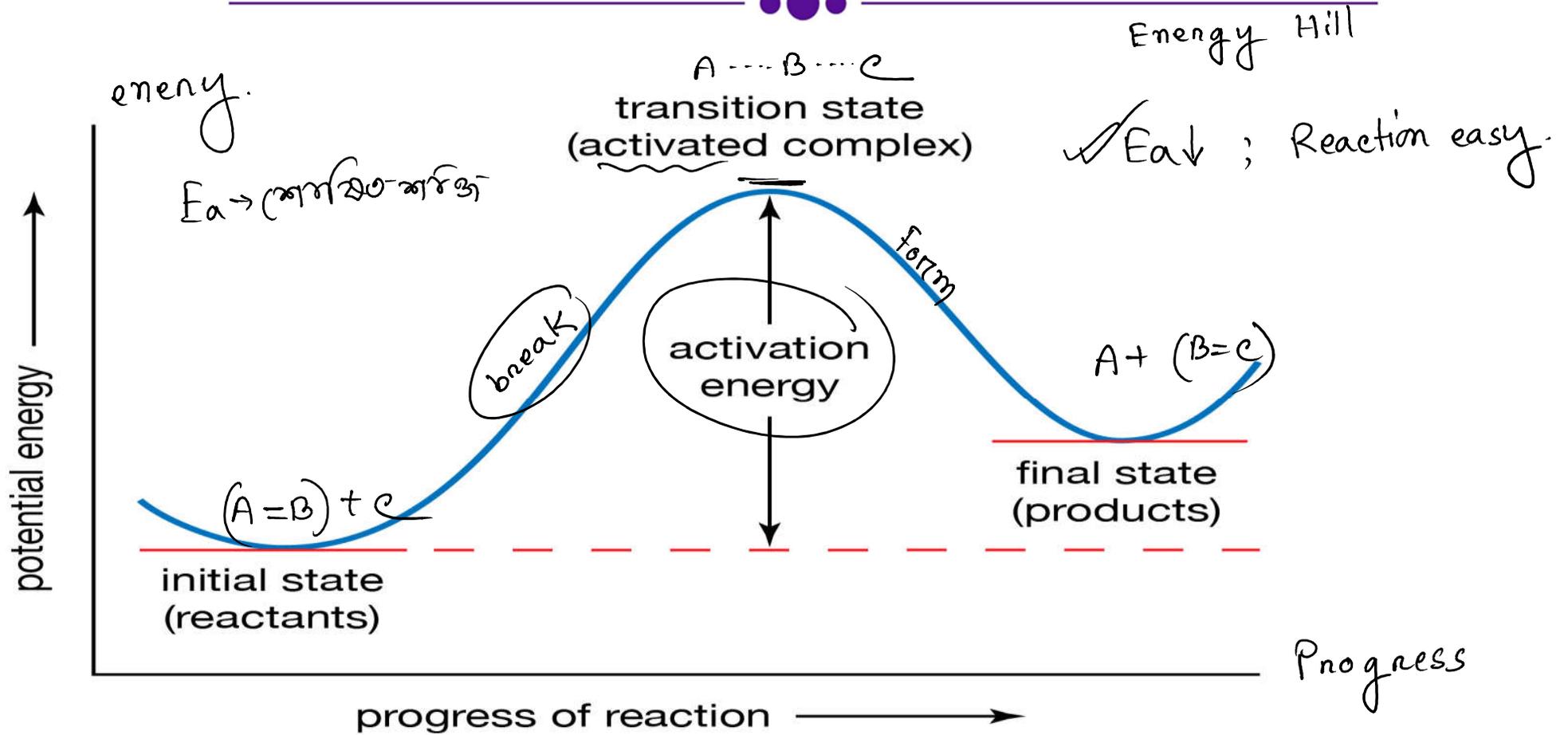
যে energy না হইলেই নয়  
স,

activate করতে যে energy

Collision must occur with a minimum energy (Activation energy:  $E_A$ )

Collision must occur with proper orientation

# Transition state theory



# বিক্রিয়ার হারে প্রভাব বিস্তারকারী নিয়ামকসমূহ

১। বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল

২। তাপমাত্রা

৩। ঘনমাত্রা

৪। প্রভাবক

৫। চাপ

৬। বিক্রিয়কের প্রকৃতি

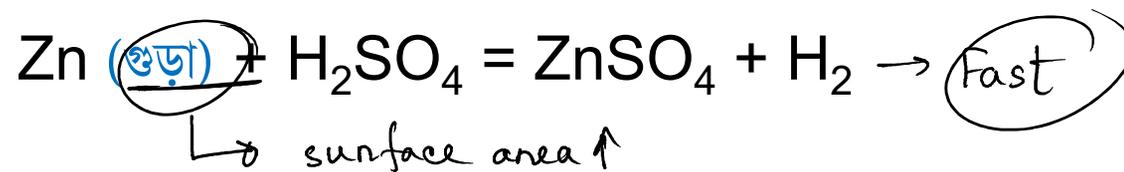
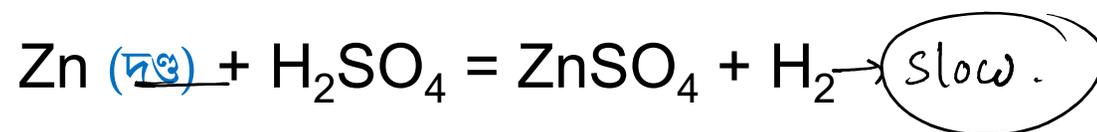
৭। আলোর উপস্থিতি

## বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল

Surface area ↑

Collision ↑

Rate ↑



# তাপমাত্রা

২ (শেষে)  
(15-20) গুলি  
১৫

তাপমাত্রা ↑



সক্রিয় অনুর সংখ্যা ↑

Rate ↑



## তাপমাত্রা

Arrhenius Equation:  $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$

$$\ln k = \ln A + \ln e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (\star)$$

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303RT} \quad (\star)$$

$k$  (not  $K_p/K_c$ ) :  $\frac{\text{মোল}}{\text{লিটার}} \cdot \text{সেকেন্ড}^{-1}$

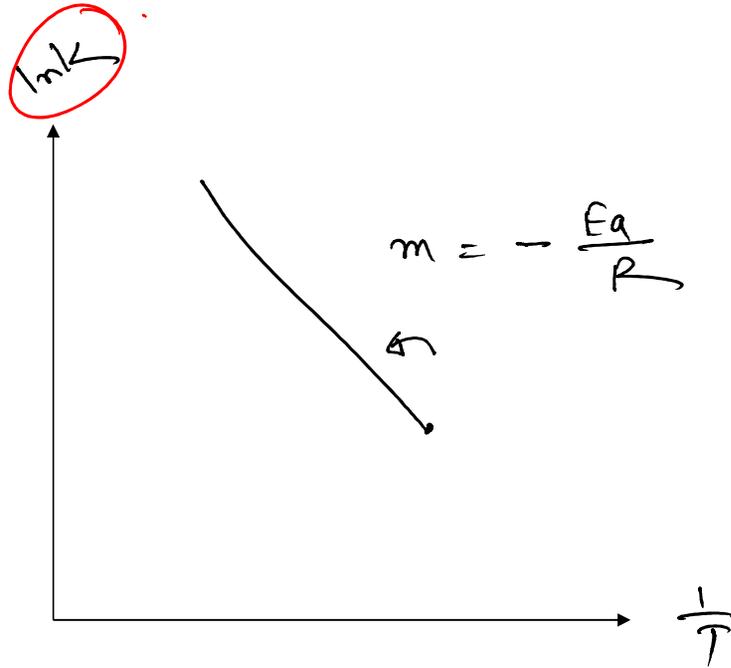
$k = \text{সংখ্যা}$ ;  $\text{অথবা}$   $[\text{সংখ্যা} \cdot \text{সেকেন্ড}^{-1}] = \text{IM}$ .

$A$ :  $\frac{\text{মোল}}{\text{লিটার}} \cdot \text{সেকেন্ড}^{-1}$

$E_a$ :  $\checkmark$   $R \checkmark = 8.314 \checkmark$

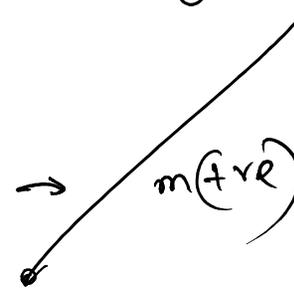
$T$  (K)  $\checkmark$

# তাপমাত্রা



$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + \ln A$$

$y = m x + c$



log k vs  $\frac{1}{T}$

$$m = -\frac{E_a}{2.303R}$$

## সমস্যা

$\ln k$  vs  $T^{-1}$  গ্রাফের ঢালের মান  $-100K$  হলে সক্রিয়ন শক্তি কত?

$$m = - \frac{E_a}{R} = -100$$

$$E_a = 100 \times 8.314 \\ = \underline{831.4 \text{ Jmol}^{-1}}$$

$E_a \rightarrow \text{Jmol}^{-1}$

## দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় হার ধ্রুবক

$$T_1 \rightarrow k_1$$
$$T_2 \rightarrow k_2$$

$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$-\frac{E_a}{R} = \frac{\ln k_1 - \ln k_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

$$E_a \rightarrow J.$$
$$T \rightarrow K$$

$$\therefore \ln \frac{k_1}{k_2} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) *$$

$$\log \frac{k_1}{k_2} = -\frac{E_a}{2.303R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

## সমস্যা

$N_2O_5$  এর বিয়োজন বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি  $103.5 \text{ kJ/mol}$  হলে  $0^\circ\text{C}$  ও  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এই বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের অনুপাত নির্ণয় করো।

[BUET' 13-14]

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = - \frac{E_a}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\Rightarrow \ln \frac{k_1}{k_2} = - \frac{103.5 \times 10^3}{8.314} \cdot \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{298} \right)$$

is to

$$\frac{k_1}{k_2} = 1:45$$

$$k_1 : k_2 = 1 : 45$$

## সমস্যা

$$e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

মোট অনুর যে ভগ্নাংশ সক্রিয় হয়েছে।

কোন বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তির মান  $55 \text{ kJ}$  হলে প্রমাণ করো যে প্রতি  $10^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে হার দ্বিগুণ হয়।

$$= e^{-\frac{25^\circ\text{C}}{55 \times 10^3 / 298 \text{ K}}}$$

$$= 22.2 \times 10^{-11}$$

$$= \frac{22.2}{10^{11}}$$

→ প্রতি  $10^{11}$  সক্রিয় মর্ডে  $22.2$  active

$$= e^{-\frac{35^\circ\text{C}}{55 \times 10^3 / 308 \text{ K}}}$$

$$= 46.2 \times 10^{-11}$$

$$= \frac{46.2}{10^{11}}$$

✓ → প্রতি  $10^{11}$  সক্রিয় মর্ডে  $46.2$  active

## ঘনমাত্রা

□ বিক্রিয়ার হারের উপর ~~বিক্রয়কের~~ ঘনমাত্রার প্রভাব আছে। ~~উৎপাদের~~ না।

□ হারের উপর ~~বিক্রয়কের~~ ঘনমাত্রার প্রভাব বিক্রিয়ার ~~ক্রমের~~ উপর নির্ভর করে।

experiment

বিক্রিয়ার ক্রম

0 order

C - rate

0.1    0.01

0.2    0.01

0.3    0.01

$$-\frac{dc}{dt} \propto c^0$$

1st order A = B

C - rate

0.1    0.01

0.2    0.02

0.3    0.03

$$-\frac{dc}{dt} \propto c^1$$

2nd order

C - rate

0.1    0.01

0.2    0.04

0.3    0.09

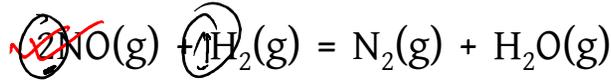
$$-\frac{dc}{dt} \propto c^2$$

$$-\frac{dc}{dt} \propto c^n \quad \left. \begin{array}{l} n \text{ order (experimental)} \\ \text{rate} = k \cdot c^n \end{array} \right\} \text{ (k is the rate constant)}$$

$$k = \frac{\text{rate}}{c^n}$$

$$\checkmark \left( e = 1 \text{ (first)} ; k = \text{rate} \right)$$

## সমস্যা



পাশের পরীক্ষালব্ধ উপাত্ত অনুযায়ীঃ

(ক) বিক্রিয়াটির হার সমীকরণ নির্ণয় করো

(খ) হার ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো

(গ)  $[\text{NO}] = 12 \times 10^{-3} \text{ M}$  এবং  $[\text{H}_2] = 6 \times 10^{-3} \text{ M}$  হলে ওই মুহূর্তে বিক্রিয়াটির হার নির্ণয় করো।

$[\text{NO}]/\text{M}$	$[\text{H}_2]/\text{M}$	আদি হার/ $\text{Ms}^{-1}$
$5.0 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-5} \rightarrow 1^{\text{st}}$
$10.0 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-5} \rightarrow 2^{\text{nd}}$
$10.0 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-3}$	$10.0 \times 10^{-5} \rightarrow 3^{\text{rd}}$

$$a. \quad r = k \cdot [\text{NO}]^x \cdot [\text{H}_2]^y$$

$$i \div ii \Rightarrow x = 2$$

$$ii \div iii \Rightarrow y = 1$$

$$r = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]^1$$

$$1.3 \times 10^{-5} = k \cdot (5 \times 10^{-3})^x \cdot (2 \times 10^{-3})^y \quad \text{--- (i)}$$

$$5 \times 10^{-5} = k \cdot (10 \times 10^{-3})^x \cdot (2 \times 10^{-3})^y \quad \text{--- (ii)}$$

$$10 \times 10^{-5} = k \cdot (10 \times 10^{-3})^x \cdot (4 \times 10^{-3})^y \quad \text{--- (iii)}$$

25.

2 वा, 2 वा 3 वा  $\longrightarrow$

$$1.3 \times 10^{-5} = k \cdot (5 \times 10^{-3})^2 \cdot (2 \times 10^{-3}) \Rightarrow k = 260 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

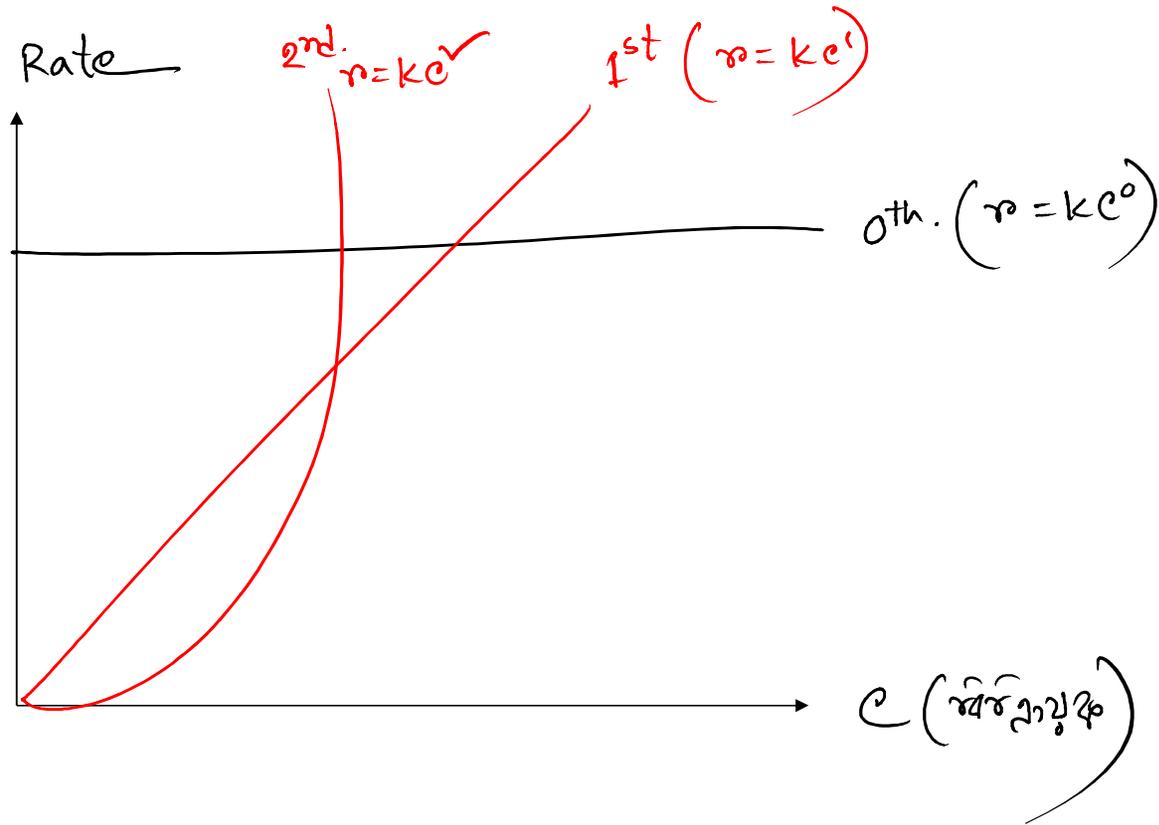
$$r = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$$

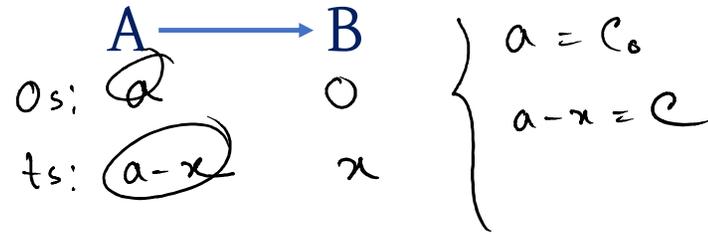
(26.)

$$= 260 \times (12 \times 10^{-3})^2 \cdot (6 \times 10^{-3})$$

$$= 2.24 \times 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

# বিক্রিয়ার ক্রম





শূন্য ক্রম ✓

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c^0$$

↓

↓

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

১ম ক্রম

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c^1$$

↓

↓

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{a}{a-x}$$

২য় ক্রম

$$-\frac{dc}{dt} = k c^2$$

↓

↓

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

শূণ্য ক্রম

$$k = \frac{x}{t} *$$

১ম ক্রম

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{a}{a-x} *$$

২য় ক্রম

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

Half life ;  $x = a/2$ ,  $t = T_{1/2}$

$$T_{1/2} = \frac{a}{2k}$$

$$T_{1/2} \propto a$$

$$k \rightarrow M s^{-1}$$

$$\text{or } \boxed{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$T_{1/2} \text{ constant}$$

$$k \rightarrow \boxed{s^{-1}}$$

$$T_{1/2} = \frac{1}{ak}$$

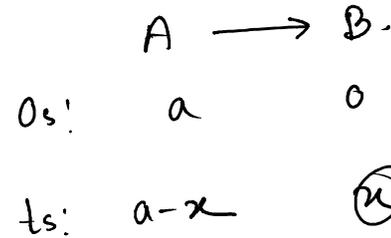
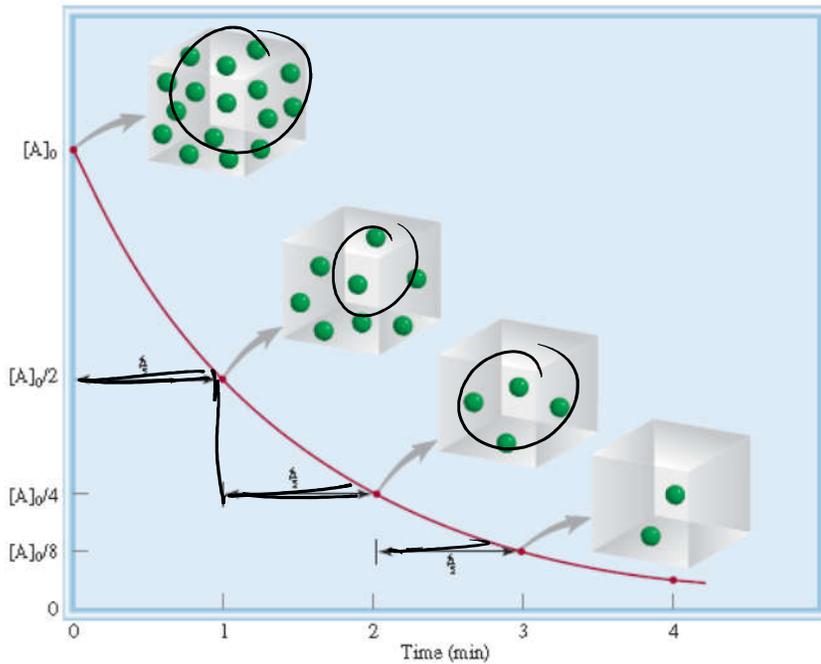
$$T_{1/2} \propto \frac{1}{a}$$

$$k \rightarrow M^{-1} s^{-1}$$

$$\boxed{L \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}}$$

# বিক্রিয়ার অর্ধায়ু, $T_{1/2}$ ✓

যে সময়ে একক বিক্রিয়ক সম্পন্ন কোন বিক্রিয়ায় ঠিক 50% বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে ফেলে।

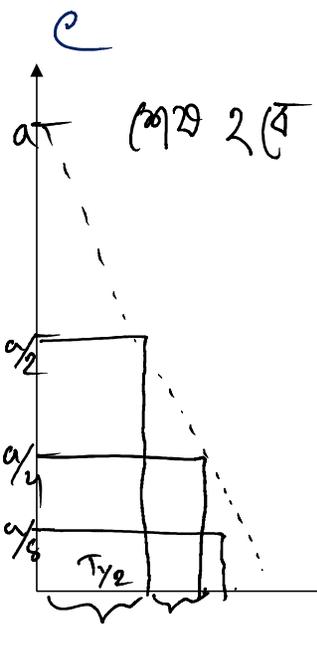


$$t = T_{1/2} \text{ মিনি}$$

$$n = \frac{a}{2}$$

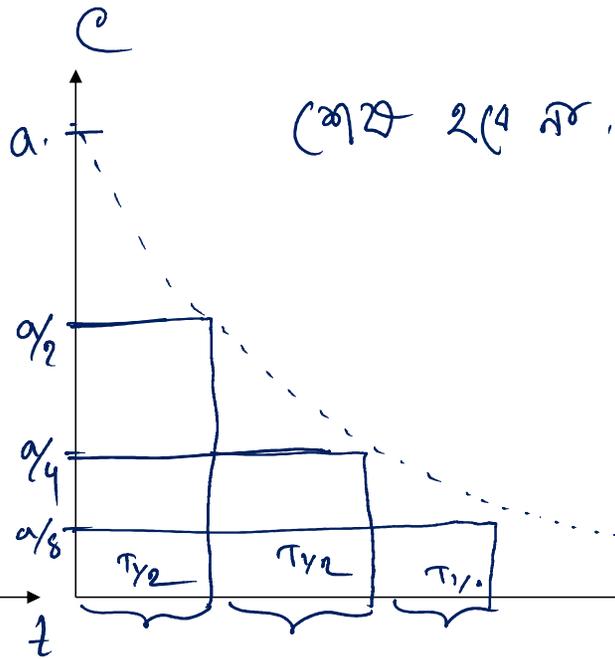
শূন্য ক্রম

$$T_{1/2} \propto a$$



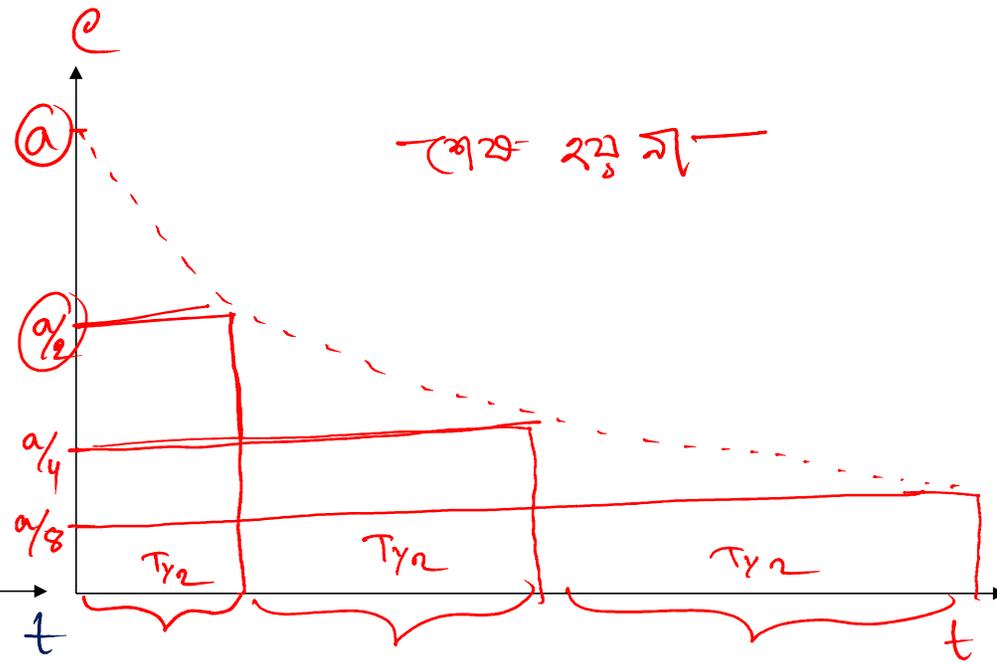
১ম ক্রম

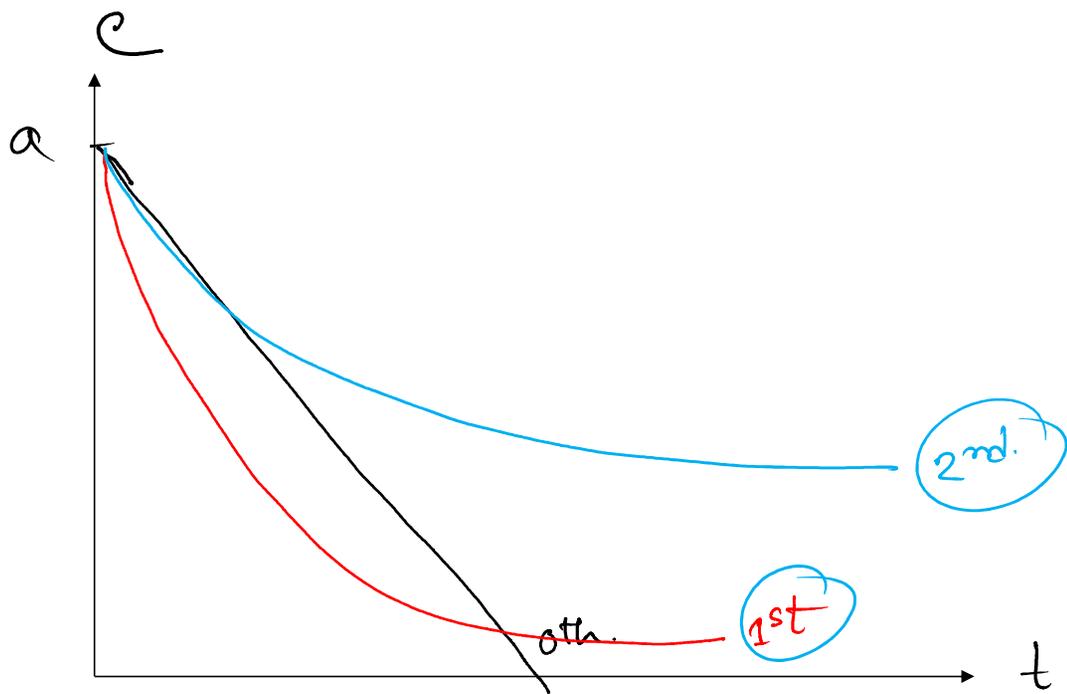
$$T_{1/2} \text{ (constant)}$$



২য় ক্রম

$$T_{1/2} \propto \frac{1}{a}$$





## ১ম ক্রম বিক্রিয়া

(Surprize)

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{a}{a-x}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = C_0 \\ a-x = C \end{array} \right.$$

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{C_0}{C}$$

↓  
↓

$$\boxed{C = C_0 \cdot e^{-kt}} \quad \left( N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \right)$$

Radio activity  
↓  
1st order

## এক নজরে বিক্রিয়ার ক্রম

Order	Equation	Rate constant	Half life, $t_{1/2}$	Half life, $t_{1/2}$	Unit of k	সমাপ্তি
0 <sup>th</sup>	$-\frac{dc}{dt} = kc^0$	$k = \frac{x}{t}$	$t_{1/2} = \frac{a}{2k}$	$t_{1/2} \propto a$	$k: \text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$	শেষ হয়
1 <sup>st</sup>	$-\frac{dc}{dt} = kc^1$	$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$ $C = C_0 e^{-kt}$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$	constant	$k: \text{s}^{-1}$	শেষ হয় না
2 <sup>nd</sup>	$-\frac{dc}{dt} = kc^2$	$k = \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)}$	$t_{1/2} = \frac{1}{ak}$	$t_{1/2} \propto \frac{1}{a}$	$k: \text{L mol}^{-1}\text{s}^{-1}$	শেষ হয় না
3 <sup>rd</sup>	$-\frac{dc}{dt} = kc^3$	$k = \frac{1}{2t} \left( \frac{1}{c^2} - \frac{1}{c_0^2} \right)$	$t_{1/2} = \frac{3}{2ka^2}$	$t_{1/2} \propto \frac{1}{a^2}$	$k: (\text{L mol}^{-1})^2 \text{s}^{-1}$	শেষ হয় না

## Poll Question-1

একটি একমুখী বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের মান  $0.02 \text{ Ms}^{-1}$ । বিক্রিয়াটি কত ক্রমের?

(ক) 1<sup>st</sup> order

(খ) 0<sup>th</sup> order

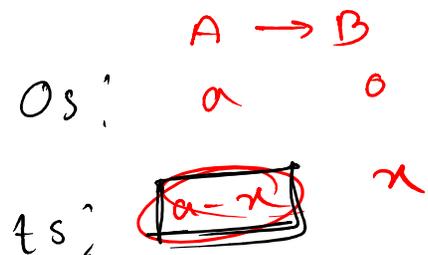
(গ) 2<sup>nd</sup> order

(ঘ) 3<sup>rd</sup> order

## সমস্যা

একটি ১ম ক্রম বিক্রিয়ার 40% সম্পন্ন হতে 10min সময় লাগে। 100% সম্পন্ন হতে কত সময় লাগবে?

Ans: শেষ হতে ২৫ নং।



একটি ১ম ক্রম বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক  $6.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  এবং প্রাথমিক ঘনমাত্রা 0.8M হলে...  
 $a = 0.8 \text{ M}$ .

a. শুরুর হার কত?

$$a. \quad r = k \cdot c_0^1 \Rightarrow (6.3 \times 10^{-3} \times 0.8)$$

$$r = 5.04 \times 10^{-3} \text{ M s}^{-1}$$

b. 5s পরে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কত?

$$b. \quad k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{a}{a-x}$$

$$\boxed{a-x} = 0.78 \text{ M}$$

c. 5s পরে হার কত?

$$c. \quad r = k \cdot c \Rightarrow r = 6.3 \times 10^{-3} \times 0.78$$

$$= 4.974 \times 10^{-3} \text{ M s}^{-1}$$

d. কত সময় পরে ঘনমাত্রা 0.2M হবে?

fi.

e. কত সময় পরে ঘনমাত্রা 0.4M হবে?

same as d. (BKN)

$$d. \quad t = \frac{1}{k} \cdot \ln \frac{a}{\boxed{a-x}}$$

$$= \frac{1}{6.3 \times 10^{-3}} \cdot \ln \frac{0.8}{0.2}$$

$$t = 220 \text{ s}$$

f. কত সময় পরে সম্পূর্ণ বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হবে?  
 হুঁই নং ১



একটি ১ম ক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু ৪০০s

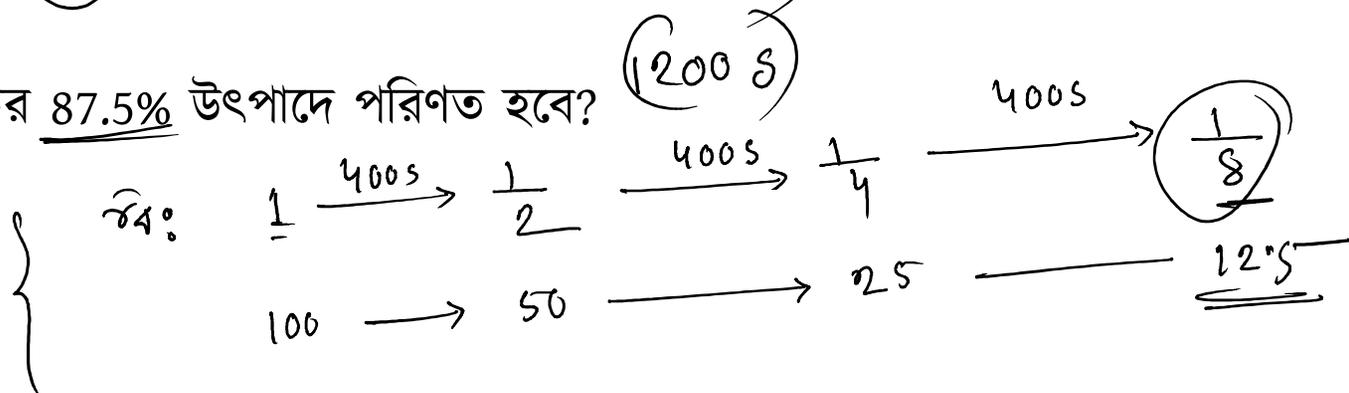
$$T_{1/2} = 400s$$

a. কত সময় পরে বিক্রিয়কের  $\frac{1}{8}$  অংশ অবশিষ্ট থাকবে? (১২০০s)

b. কত সময় পরে বিক্রিয়কের ১২.৫% অবশিষ্ট থাকবে? (১২০০s)

c. কত সময় পরে বিক্রিয়কের  $\frac{7}{8}$  অংশ উৎপাদে পরিণত হবে? (১২০০s)

d. কত সময় পরে বিক্রিয়কের ৮৭.৫% উৎপাদে পরিণত হবে? (১২০০s)



## সমস্যা

একটি জৈব এস্টারের ক্ষারীয় আর্দ বিশ্লেষণের বেগ ধ্রুবক  $6.2 \times 10^{-3} \text{ Lmol}^{-1}\text{s}^{-1}$ । এস্টার এবং ক্ষার উভয়ের আদি ঘনমাত্রা  $0.5 \text{ molL}^{-1}$  হলে বিক্রিয়াটি 90% সম্পন্ন হতে কত সময় প্রয়োজন? এই ঘনমাত্রা সাপেক্ষে বিক্রিয়াটির অর্ধায়ু নির্ণয় করো।

$$k = 6.2 \times 10^{-3}$$

$$a = 0.5$$

$$x = 0.5 \times 90\%$$

$$= 0.45$$

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

$$t = 1612.9 \text{ s}$$

Ans.

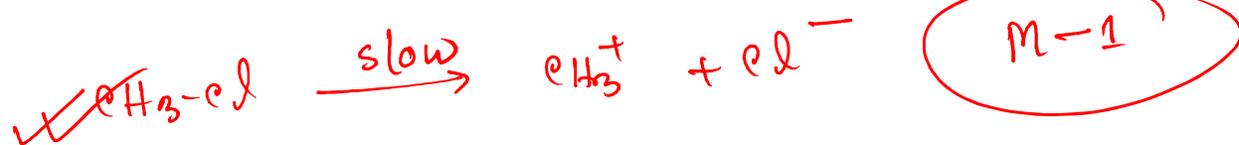
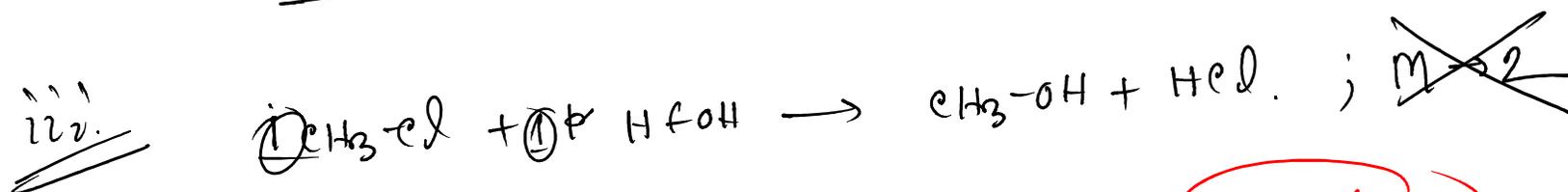
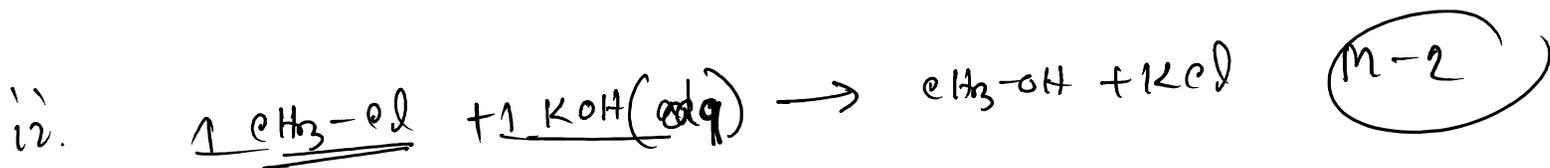
$$T_{1/2} = \frac{1}{ak}$$

$$= 322.58$$

Ans.

## বিক্রিয়ার আনুবিকত্ব

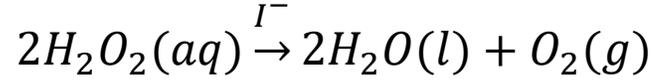
single step  
সংক্রমিক



সংক্রমিক

## Poll Question-2

নিচের বিক্রিয়াটি দুইধাপে হয়। এর আণবিকত্ব কত?



(ক) One

(খ) Two

(গ) Three

(ঘ) বলা সম্ভব নয়

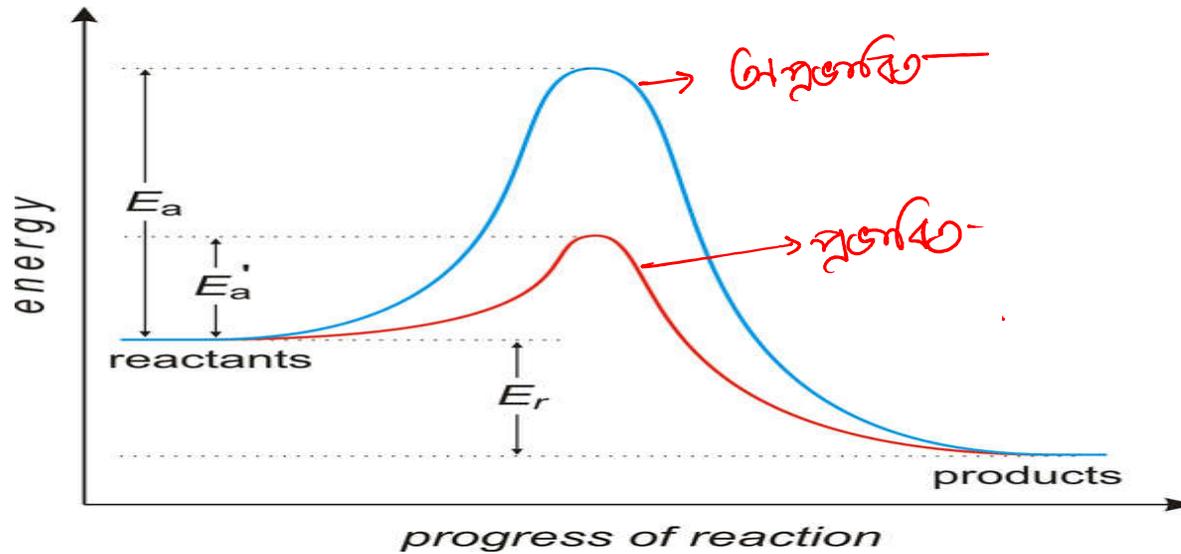
## প্রভাবক

□ বিক্রিয়াকে **Speed up** or **Slow down** করে।

□ কিন্তু নিজে অপরিবর্তিত থাকে।  $\ominus$

Positive

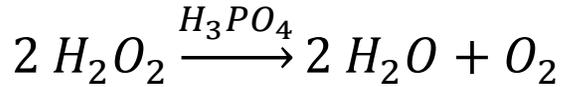
Positive  $\rightarrow$   $E_a \downarrow$



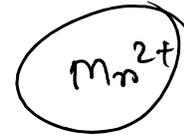
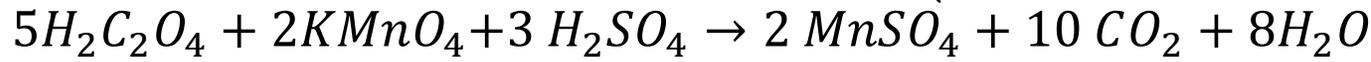
১। ধনাত্মক প্রভাবকঃ *speed up*



২। ঋণাত্মক প্রভাবকঃ *slow. down*

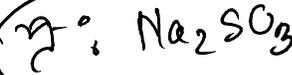
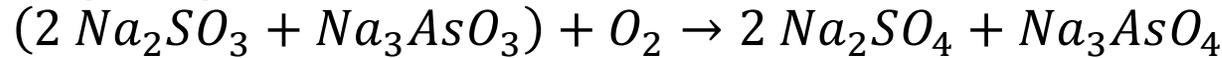
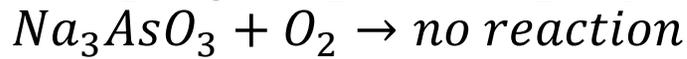


৩। স্ব-প্রভাবকঃ *উৎপাদ হিসেবে পৃষ্ঠক*



*catalyst*

৪। আবিষ্ট প্রভাবকঃ



## ১ম সূত্র

$$\Delta H = \Delta U + \Delta W$$

$$\Delta H = \Delta U + P \cdot \Delta V$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

$$\Delta H = Q_p$$

$$\Delta U = Q_v$$

$$Q_p = Q_v + \Delta nRT$$

$\Delta H = \Delta nRT$  এনথালপির পরিবর্তন

$\Delta U = Q_v$  আন্তঃস্থরী " "

$$\Delta W = P \cdot \Delta V = \Delta n \cdot R \cdot T$$

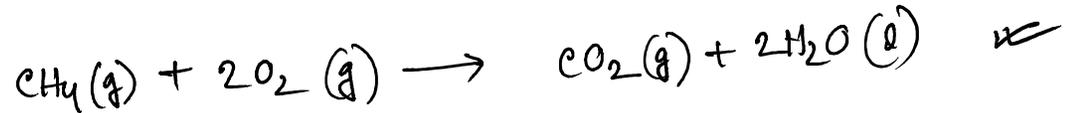
$$\Delta n = n_p - n_r \text{ (Gas)}$$

## Type 01 ( $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$ ) ✓

250°C তাপমাত্রায় মিথেনের দহন তাপ  $-890 \text{ kJmol}^{-1}$  হলে 1atm চাপে

a. স্থির আয়তনে বিক্রিয়ার এনথালপি কত?  $Q_v$

b. অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত?  $\Delta U$ .



$$\Delta n = (1 + \cancel{2}) - (1 + 2)$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n \cdot R \cdot T.$$

$$-890 \times 10^3 = \Delta U + (-2) \times 8.314 \times (250 + 273) \quad \Delta n = -2 \rightarrow$$

$$\Delta U = Q_v = \boxed{\quad} \quad \checkmark$$

## Type 02 (মুক্ত শক্তি) Free

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

work Total. loss

- $\Delta G < 0$ ; স্বতঃস্ফূর্ত
- $\Delta G > 0$ ; অস্বতঃস্ফূর্ত
- $\Delta G = 0$ ; সাম্যাবস্থা

→ Accessible energy.

→ যে শক্তি হ্রাস (প্-কো) এর সময়

$$\Delta G = \Delta w.$$

$$\Delta G \ominus :$$

$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$$

⇒ Eq :

$$0 = \Delta G^{\circ} + RT \ln K$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$

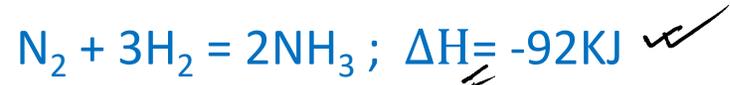
## তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র

→ তাপ স্বতঃস্ফূর্ততায় স্বতঃস্ফূর্ততা ⇒  $\Delta G (-ve)$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$   
 -                      +                      +

	$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta G$	example
if,	+ve ✓	+ve ✓	-ve at <u>high T</u>	<u>water</u> → <u>vapor</u> ; $\Delta H(+)$ ; $\Delta S(+)$
	-ve	-ve	-ve at <u>low T</u>	<u>water</u> → <u>ice</u> ; $\Delta H(-)$ ; $\Delta S(-)$
<u>H.W.</u>	-ve	+ve	<u>Always -ve</u>	
	+ve	-ve	<u>Always +ve</u>	



250°C তাপমাত্রায় এন্ট্রপির পরিবর্তন  $-2 \text{ Jk}^{-1}$  হলে

- a. বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত?  $\checkmark$   $\Delta S$
- b. বিক্রিয়া কোন দিকে যাবে?
- c.  $K_p = 0.253$  হলে প্রমাণ মুক্ত শক্তির পরিবর্তন কত?  $\Delta G^\circ$

$$\checkmark a. \Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S.$$

$$= -90.95 \text{ KJ}. \quad \left( \text{স্বতঃস্ফূর্ত} \right)$$

$$\checkmark b. \longrightarrow$$

$$\checkmark c. \Delta G^\circ = -RT \ln K_p$$

$$= -8.314 \times (250 + 273) \ln(0.253)$$

$$= -5597.6 \text{ J}.$$

## Type 03 (বন্ধন শক্তি)

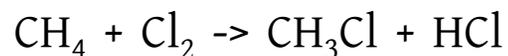
$$\Delta H = \text{Invested energy} - \text{Produced energy}$$

$$\Delta H = \text{ভাঙতে শোষিত শক্তি} - \text{গড়তে নির্গত শক্তি}$$

(class-9.10)

## সমস্যা

নিম্নলিখিত বন্ধন শক্তি ব্যবহার করে বিক্রিয়া এনথালপি নির্ণয় করো



দেয়া আছে, C-H বন্ধন শক্তি =  $430.532 \text{ kJmol}^{-1}$

Cl-Cl বন্ধন শক্তি =  $242.90 \text{ kJmol}^{-1}$

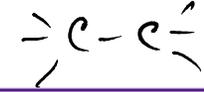
C-Cl বন্ধন শক্তি =  $328 \text{ kJmol}^{-1}$

H-Cl বন্ধন শক্তি =  $433 \text{ kJmol}^{-1}$

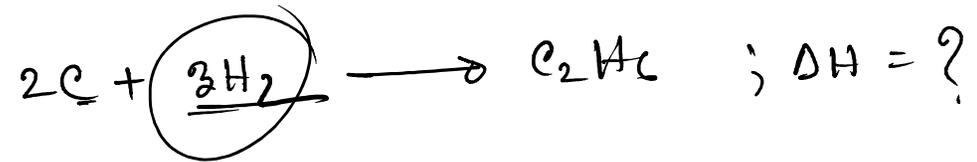
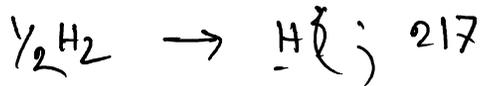
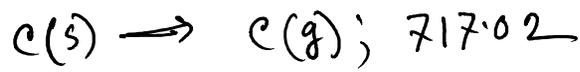
H.W. ;

source, (৭, ১৫) ✓

## সমস্যা



কার্বনের উর্ধ্বপাতন তাপ  $717.02 \text{ kJmol}^{-1}$ ,  $\text{H}_2$  এর পরমাণুকরণ তাপ  $217.75 \text{ kJmol}^{-1}$ ,  $\text{C}-\text{C}$  বন্ধন এনথালপি  $343.9 \text{ kJmol}^{-1}$  এবং  $\text{C}-\text{H}$  বন্ধন এনথালপি  $430.53 \text{ kJmol}^{-1}$  হলে ইথেনের সংগঠন তাপ হিসাব কর।

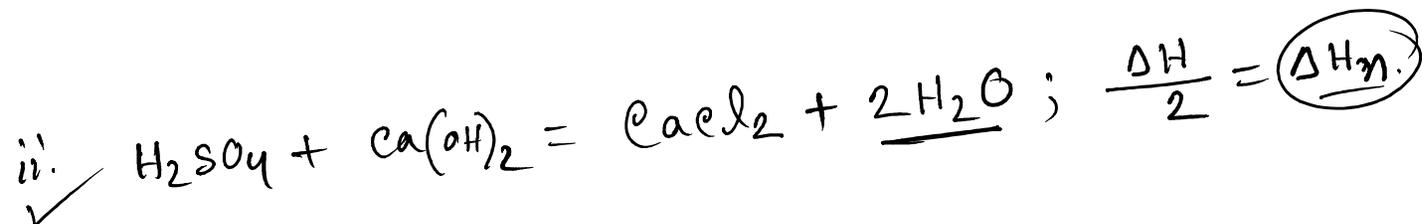
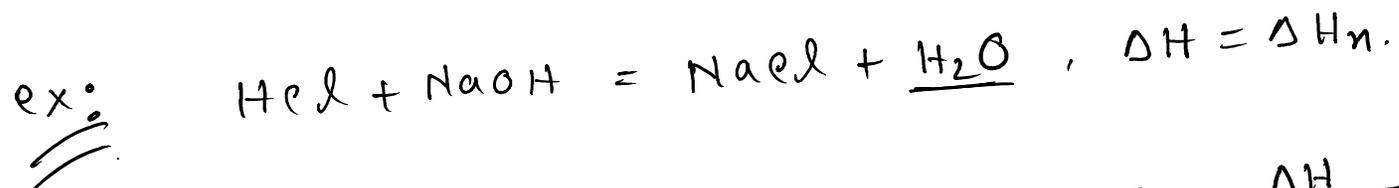


$$\Delta H = \left\{ (2 \times 717.02) + (6 \times 217.75) \right\}$$

$$- \left\{ \frac{343.9}{1} + \frac{6 \times 430.53}{1} \right\}$$

$$\Delta H = -186.54 \text{ kJmol}^{-1}$$

## ✓ Type 04 প্রশমন তাপ ( $\Delta H_n$ )



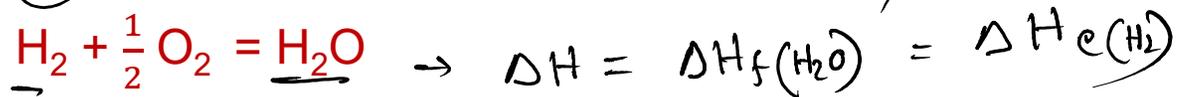
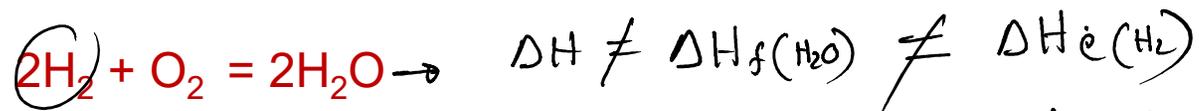
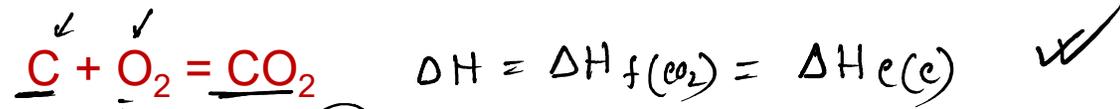
## সমস্যা

- a. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন প্রায় স্থির কেন? (H.W.)  $\Delta H_f = -57.32 \text{ KJ mol}^{-1}$
- b. HF একটি দুর্বল এসিড হওয়া সত্ত্বেও HF ও NaOH এর প্রশমন তাপ স্থির মান অপেক্ষা বেশি কেন?  
[ $-68.6 \text{ kJ mole}^{-1}$ ]

## Type 05: সংগঠন তাপ ( $\Delta H_f$ ) ও দহন তাপ ( $\Delta H_c$ )

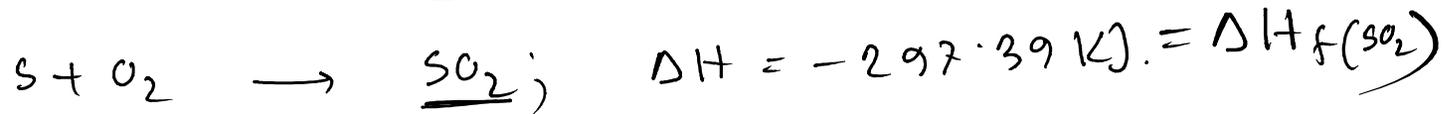
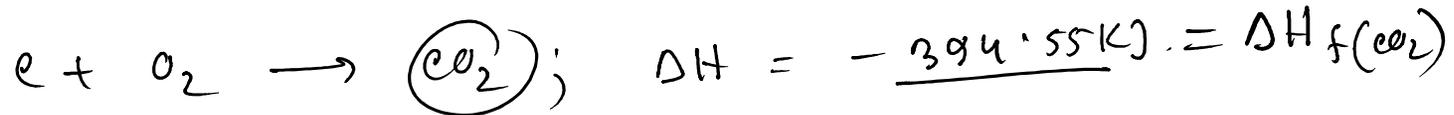
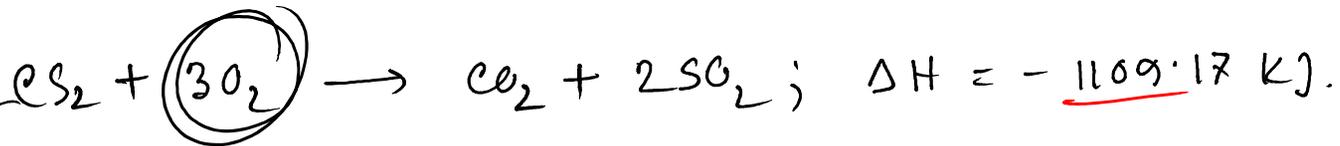
Conditions ( $\Delta H_f$ ): 1 mol product & direct reaction between elements

Conditions ( $\Delta H_c$ ): 1 mol reactant & enough oxygen



$\Delta H$  = উৎপাদের গঠন তাপ - বিক্রিয়কের গঠন তাপ

কার্বন ডাই সালফাইড, কার্বন এবং সালফারের দহন তাপের মান যথাক্রমে  $-1109.17 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $-394.55 \text{ kJ mol}^{-1}$  এবং  $-297.39 \text{ kJ mol}^{-1}$ । কার্বন ডাই সালফাইডের সংগঠন তাপ নির্ণয় কর।

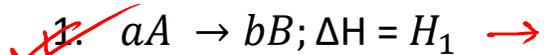


$$\Delta H = \left\{ \cancel{\Delta H_f(\text{CO}_2)} + 2 \cdot \cancel{\Delta H_f(\text{SO}_2)} \right\} - \left\{ \Delta H_f(\text{CS}_2) + 0 \right\}$$

H.W.: জ্বলন্ত দ্রবণ

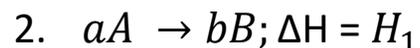
B. K. N.

## Type 05 : সমীকরণ

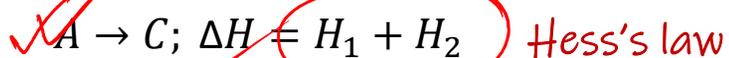


$$H_2 = -H_1$$

Lavoisier- Laplace law

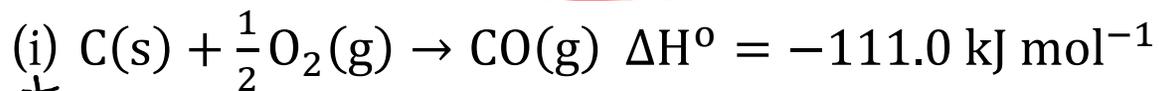


$$H_2 = nH_1$$

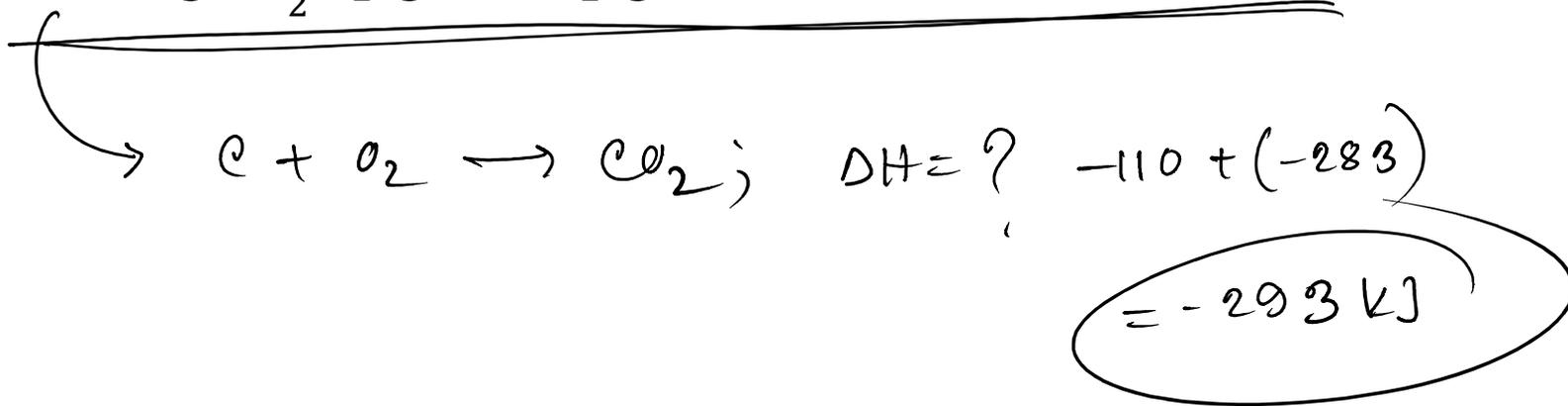
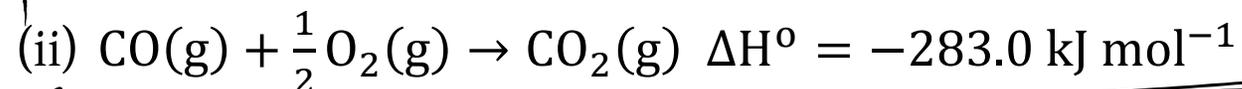


Hess's law

নিম্নের বিক্রিয়াগুলো হতে কার্বনের প্রমাণ দহন তাপ নির্ণয় কর।



[DU'15-16]

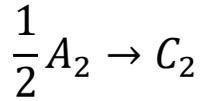


## Poll Question-5

নিচের বিক্রিয়া দুটির বিক্রিয়া এনথালপি যথাক্রমে  $H_1$  ও  $H_2$ ।



নিচের বিক্রিয়াটির এনথালপির মান কত?



(ক)  $H_1 - \frac{H_2}{2}$

(খ)  $H_2 - \frac{H_1}{2}$

(গ)  $\frac{H_1}{2} - H_2$

(ঘ)  $H_1 - H_2$

লেগে থাকো সৎ ভাবে,  
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে।