

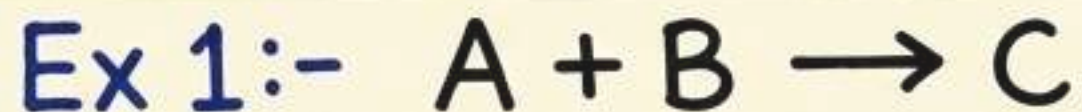
*** रसायन बलगतिकी ***

पाठ * 3

* अभिक्रिया का वेग *

किसी समयान्तराल में अभिकारक या उत्पाद सान्द्रता में परिवर्तन को वेग कहते हैं।

$$\text{अभिक्रिया का वेग} = \frac{\text{सान्द्रता में परिवर्तन}}{\text{समयान्तराल}}$$



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

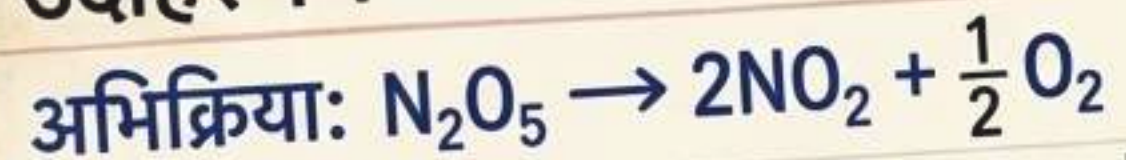


$$\text{वेग} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{3} \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

ऋणात्मक चिह्न =
अभिकारक की
सान्द्रता घट रही है

वेग समीकरण के अनुप्रयोग

उदाहरण 1



(a) $-\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt}$ का क्या अर्थ है? (b) $\frac{d[\text{O}_2]}{dt}$ का क्या अर्थ है? (c) वेग की इकाई?

(a) N_2O_5 के विघटन की दर, (b) O_2 के बनने की दर, (c) Unit: $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

उदाहरण 2

दिया है: $-\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} = K'[\text{N}_2\text{O}_5]$, $\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = K''[\text{N}_2\text{O}_5]$

अभिक्रिया के लिए वेग = $-\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = 2 \frac{d[\text{O}_2]}{dt}$

$$K'[\text{N}_2\text{O}_5] = \frac{1}{2} K''[\text{N}_2\text{O}_5] = 2K'''[\text{N}_2\text{O}_5]$$

$$2K' = K'' = 4K'''$$

उदाहरण 3

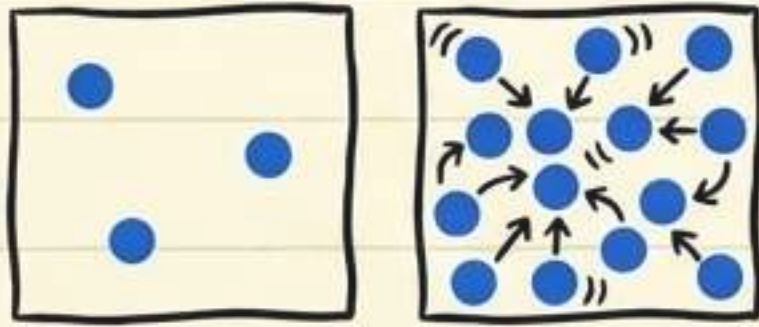


अभिक्रिया का वेग = $\frac{1}{2} \times \frac{d[\text{C}]}{dt} = \frac{1}{2} \times 1.0 = 0.5$

A की दर = 1.0, B की दर = 0.5, D की दर = 1.5 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

अभिक्रिया के वेग को प्रभावित करने वाले कारक

1. अभिकारक अणुओं की सान्द्रता
सान्द्रता बढ़ाने से वेग बढ़ता है क्योंकि टक्करों की संख्या बढ़ जाती है।



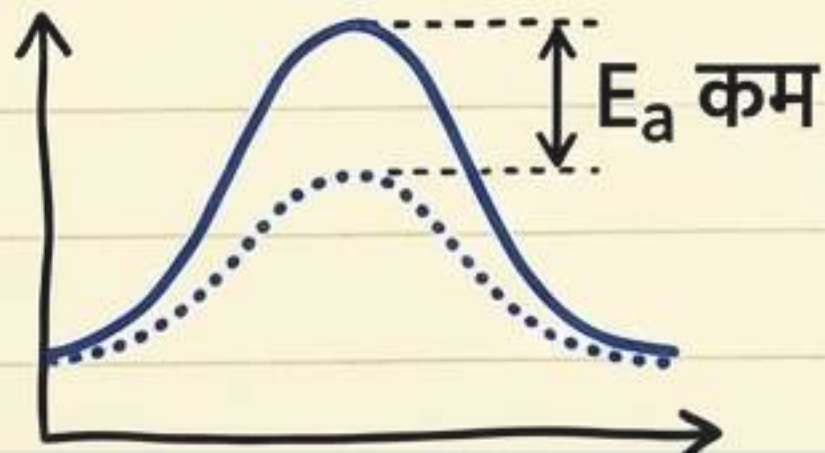
2. ताप

ताप बढ़ाने से वेग बढ़ता है क्योंकि प्रभावी टक्करों की संख्या बढ़ जाती है।



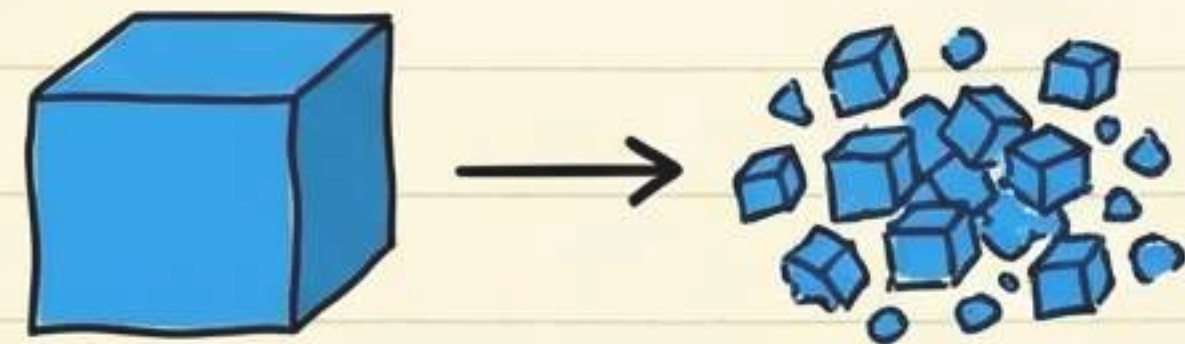
3. उत्प्रेरक

सक्रियण ऊर्जा (E_a) को कम कर देता है, जिससे सक्रिय अणुओं की संख्या बढ़ती है।



4. अभिकारकों का पृष्ठ क्षेत्रफल

क्षेत्रफल अधिक होने पर अभिक्रिया का वेग अधिक होता है।



* वेग नियम *

अभिक्रिया का वेग अभिकारकों की सान्द्रताओं (घातों के साथ) के गुणनफल के समानुपाती होता है।

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{वेग} \propto [A]^x [B]^y \rightarrow \text{वेग} = K[A]^x [B]^y \\ \text{(जहाँ } K = \text{वेग स्थिरांक)} \end{array} \right\}$$



* अभिक्रिया की कोटि *

वेग समीकरण में अभिकारकों की सान्द्रताओं के घातों का योग 'कोटि' कहलाता है।

$$\text{वेग} = K[A]^n [B]^m \rightarrow \text{कोटि} = n + m$$

Ex: वेग = $K[A]^{1/2}[B]^{3/2} \Rightarrow \text{कोटि} = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2$

कोटि के प्रकार

- शून्य कोटि ($n=0$)

- प्रथम कोटि ($n=1$)

- द्वितीय कोटि ($n=2$)

अभिक्रिया की आण्विकता

सन्तुलित रासायनिक समीकरण द्वारा व्यक्त प्राथमिक पद में भाग लेने वाले अभिवारक अणुओं की कुल संख्या।



महत्वपूर्ण तथ्य

1. जटिल अभिक्रिया के लिए कुल आण्विकता का कोई अर्थ नहीं होता; यह हर पद के लिए अलग होती है।
2. भिन्न-भिन्न प्राथमिक पदों की आण्विकता भिन्न हो सकती है।
3. यह एक सैद्धान्तिक मान (Theoretical value) है।
4. यह सदैव पूर्णांक (1, 2, 3...) होती है। यह शून्य, ऋणात्मक या भिन्न नहीं हो सकती।

महत्वपूर्ण अंतर

आण्विकता (Molecularity)	कोटि (Order)
प्राथमिक पद में भाग लेने वाले अणुओं की संख्या।	वेग को प्रभावित करने वाले अणुओं की संख्या (सान्द्रताओं की घातों का योग)।
सैद्धान्तिक राशि है।	प्रयोगात्मक राशि है।
शून्य, भिन्न या ऋणात्मक नहीं हो सकती।	शून्य, भिन्न एवं ऋणात्मक भी हो सकती है।
अभिक्रिया-पथ में भाग लेने वाले अणुओं की संख्या बताती है।	वेग और अभिकारक की सान्द्रता में सम्बन्ध बताती है।

वेग स्थिरांक (K) के मात्रक एवं कोटि की गणना

वेग स्थिरांक से कोटि पहचानिए :

- (i) $K = 2.3 \times 10^{-5} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow$ द्वितीय कोटि ✓
(ii) $K = 3 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} \rightarrow$ प्रथम कोटि ✓

उदा. 7 : $3A \rightarrow$ उत्पाद. सान्द्रता 4 गुना करने पर वेग 2 गुना हो जाता है। कोटि (n) = ?

$$\text{Rate} = K[A]^n \quad \dots (1)$$

$$2 \times \text{Rate} = K[4A]^n \quad \dots (2)$$

भाग देने पर : $\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{4}\right)^n \Rightarrow n = \frac{1}{2}$

उदा. 8 : $A + 2B + 3C \rightarrow$ उत्पाद. A, B, C की कोटि क्रमशः 2, 1, 0 है। K की इकाई ज्ञात करें।

$$\text{Rate} = K[A]^2[B]^1[C]^0$$

$$K = \frac{\text{Rate}}{[A]^2[B]^1} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^3} \Rightarrow K = \text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

शून्य कोटि अभिक्रिया

वे अभिक्रिया जिनमें कोटि का मान शून्य होता है।



$$\text{वेग} = K[R]^0 \Rightarrow \text{वेग} = K$$

समाकलित वेग समीकरण

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

$$\rightarrow d[R] = -K dt$$

समाकलन करने पर

$$\int d[R] = -K \int dt$$

$$\rightarrow [R] = -Kt + C \quad (C = \text{समाकलित स्थिरांक})$$

$$\text{At } t=0, [R] = [R]_0 \text{ (प्रारंभिक सान्द्रता)} \Rightarrow C = [R]_0$$

$$\text{Substitute: } [R] = -Kt + [R]_0$$

$$K = \frac{[R]_0 - [R]}{t}$$

K = वेग स्थिरांक, t = समय,
 $[R]$ = अंतिम सान्द्रता, $[R]_0$ = प्रारंभिक सान्द्रता

$$\left\{ \int dx = x \right\}$$

शून्य कोटि में अर्द्ध-आयु ($t_{1/2}$)

अर्द्ध-आयु के लिए , $t = t_{1/2}$ और $[R] = \frac{[R]_0}{2}$

$$K = \frac{[R]_0 - [R]_0/2}{t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{[R]_0}{2K} \rightarrow \text{अर्द्ध-आयु}$$

संख्यात्मक प्रश्न

दिया है : $K = 0.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $[R]_0 = 0.4 \text{ mol/L}$, $[R] = 0.2 \text{ mol/L}$. t और $t_{1/2}$ ज्ञात करें।

Step 1

$$t = \frac{[R]_0 - [R]}{K}$$

$$t = \frac{0.4 - 0.2}{0.5 \times 10^{-2}} = \frac{0.2 \times 10^2}{0.5}$$

$$t = 40 \text{ sec}$$

Step 2

$$t_{1/2} = \frac{[R]_0}{2K}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.4}{2 \times 0.5 \times 10^{-2}} = \frac{0.4 \times 10^2}{1}$$

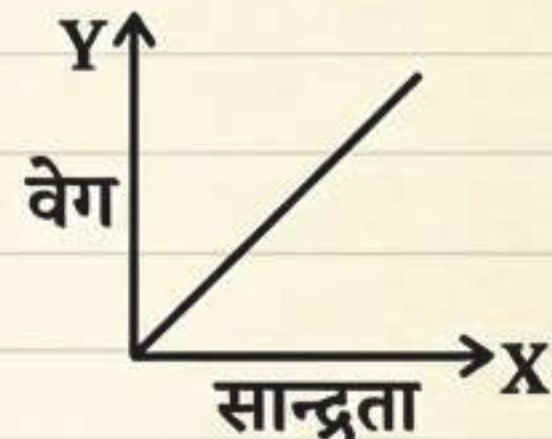
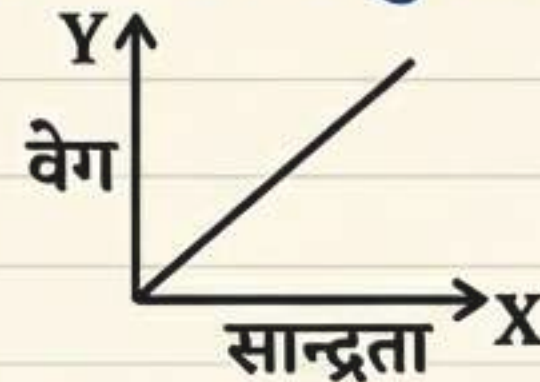
$$t_{1/2} = 40 \text{ sec}$$

प्रथम कोटि अभिक्रिया

वेग अभिकारकों की सान्द्रता के प्रथम घात के समानुपाती होता है।



$$\text{वेग} = K[R]^1$$



समाकलित वेग समीकरण

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

समाकलन करने पर: $\int \frac{d[R]}{[R]} = -K \int dt$

$$\hookrightarrow \log_e [R] = -Kt + C$$

At $t=0$, $C = \log_e [R]_0 \Rightarrow \log_e [R] = -Kt + \log_e [R]_0$

$$Kt = \log_e [R]_0 - \log_e [R] \Rightarrow Kt = \log_e \left(\frac{[R]_0}{[R]} \right)$$

V.Imp

$$K = \frac{2.303}{t} \cdot \log_{10} \left(\frac{[R]_0}{[R]} \right)$$

नियम:

$$1. \left\{ \int \frac{dx}{x} = \log_e x \right\}$$

$$2. \left\{ \log m - \log n = \log \left(\frac{m}{n} \right) \right\}$$

3. $\{ \log_e \text{ को } \log_{10} \text{ में बदलने के लिए } 2.303 \text{ से गुणा करें।} \}$

प्रथम कोटि: प्रतिशत विघटन प्रश्न

Trick: प्रतिशत वाले प्रश्नों में हमेशा प्रारंभिक सान्द्रता $[R]_0 = 100$ मानें।

$$\{ \log_{10} 10 = 1, \log_{10} 3 = 0.4, \log_{10} 4 = 0.6 \}$$

Q: 70% विघटन 100 sec में होता है। $K = ?$

Data: $t = 100 \text{ sec}$, $[R]_0 = 100$, $[R] = 30$

$$K = \frac{2.303}{100} \log \left(\frac{100}{30} \right)$$

$$K = \frac{2.303}{100} (\log 10 - \log 3)$$

$$K = \frac{2.303}{100} (1 - 0.4)$$

$$K = \frac{1.3818}{100}$$

$$K = 1.38 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

Q: 60% विघटन 10 min में होता है। $K = ?$

Data: $t = 10 \text{ min}$, $[R]_0 = 100$, $[R] = 40$

$$K = \frac{2.303}{10} \log \left(\frac{100}{40} \right)$$

$$K = \frac{2.303}{10} (\log 10 - \log 4)$$

$$K = \frac{2.303}{10} (1 - 0.6)$$

$$K = \frac{0.9212}{10}$$

$$K = 9.212 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$

प्रथम कोटि: 75% विघटन एवं अर्द्ध-आयु

Q : 75% विघटन 100 sec में होता है। K और $t_{1/2}$ ज्ञात करें।

$$t = 100, [R]_0 = 100, [R] = 25$$

$$K = \frac{2.303}{100} \log \left(\frac{100}{25} \right)$$

$$K = \frac{2.303}{100} \log 4$$

$$K = \frac{2.303 \times 0.6}{100}$$

$$K = 1.3818 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{K}$$

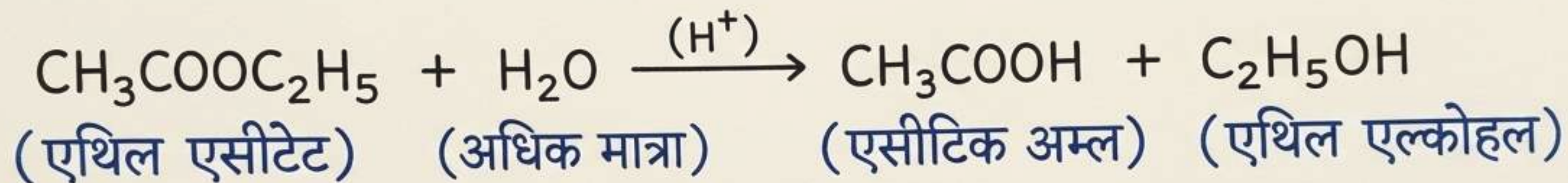
$$t_{1/2} = \frac{0.693}{(1.3818 \times 10^{-2})}$$

$$t_{1/2} = \frac{69.3}{1.3818}$$

$$t_{1/2} = 50.1 \text{ सेकण्ड (लगभग)}$$

छद्म प्रथम कोटि अभिक्रिया

वे द्विआण्विक अभिक्रिया (Bimolecular reactions) जिनकी कोटि का मान 1 होता है, उन्हें आभासी / छद्म प्रथम कोटि अभिक्रिया कहते हैं।



$$\text{वेग} = K [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]^1 [\text{H}_2\text{O}]^0$$

$$\text{वेग} = K' [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]^1$$

→ जल की मात्रा बहुत अधिक होने के कारण इसकी सान्द्रता लगभग स्थिर रहती है, इसलिए घात 0 ली जाती है।

कोटि (n) = 1 , लेकिन आण्विकता = 2

रसायन बलगतिकी: मास्टर सारांश

विशेषता (Feature)	शून्य कोटि (Zero Order)	प्रथम कोटि (First Order)
वेग नियम	$\text{वेग} = K[R]^0 = K$	$\text{वेग} = K[R]^1$
K का मात्रक	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	s^{-1}
समाकलित समीकरण	$K = \frac{[R]_0 - [R]}{t}$	$K = \frac{2.303}{t} \cdot \log\left(\frac{[R]_0}{[R]}\right)$
अर्द्ध-आयु ($t_{1/2}$)	$t_{1/2} = \frac{[R]_0}{2K}$	$t_{1/2} = \frac{0.693}{K}$

Good Luck 😊

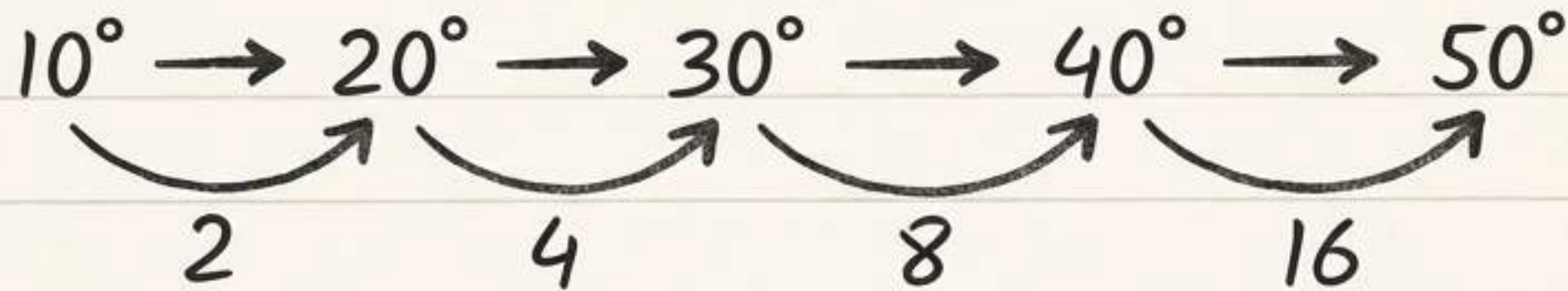
अभिक्रिया बलगतिकी (Chemical Kinetics) मास्टर क्लास नोट्स

- ताप का प्रभाव
- आरहीनियस समीकरण
- संघट्ट सिद्धान्त
- महत्वपूर्ण प्रश्नोत्तर और डेराविशन

अभिक्रिया वेग पर ताप का प्रभाव

* अधिकांश अभिक्रिया का तापमान 10°C बढ़ाने पर अभिक्रिया का वेग दोगुना हो जाता है।

प्रश्न 1: यदि अभिक्रिया का तापमान 10°C से 50°C जाये, तो कितने गुना हो जायेगा?



उत्तर: 16 गुना (Ans)

Note:

$$\text{तापीय गुणांक } (T_c) = \frac{\text{अभिक्रिया का वेग स्थिरांक } (T+10)^{\circ}\text{C}}{\text{अभिक्रिया का वेग स्थिरांक } (T)^{\circ}\text{C}}$$

आरहीनियस समीकरण

- * T , K व सक्रियण ऊर्जा को आधार मानकर इसके अध्ययन के लिए जिस समीकरण की उत्पत्ति की, उसे 'आरहीनियस समीकरण' कहते हैं।

$$K = A e^{-E_a/RT}$$

जहाँ:

- K = वेग स्थिरांक
- E_a = सक्रियण ऊर्जा
- $R = 8.314 \text{ J-K/mol}$
- A = आरहीनियस स्थिरांक
- T = तापमान

- * आरहीनियस समीकरण का $\log$ लेने पर:

$$\log_{10} K = \log_{10} A - \frac{E_a}{2.303RT}$$

- * यदि T_1 व T_2 के साथ K_1 व K_2 दिये हों (T_1 व T_2 = ताप):

$$\log_{10} \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{2.303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

प्रश्न: यदि $K = 2.18 \times 10^{-7} e^{-28000/T}$ है, तो सक्रियण ऊर्जा (E_a) की गणना करें।

हल (Sol):

आरहीनियस समीकरण $K = A e^{-E_a/RT}$ से तुलना करने पर:

$$\frac{-E_a}{RT} = \frac{-28000}{T}$$

$$E_a = 28000 \times R$$

$$E_a = 28000 \times 8.314$$

$$E_a = 232792 \text{ J/mol (Ans)}$$

★ Noti ★

आरहीनियस समीकरण का डेरीजवना:

$$K = A e^{-E_a/RT}$$

समीकरण का $\log$ लेने पर:

$$\rightarrow \log_e K = \log_e A - \frac{E_a}{RT}$$

$$2.303 \log_{10} K = 2.303 \log_{10} A - \frac{E_a}{RT}$$

$$2.303 \log_{10} K = 2.303 \left(\log_{10} A - \frac{E_a}{2.303 RT} \right)$$

(2.303 से भाग देने पर)

$$\rightarrow \log_{10} K = \log_{10} A - \frac{E_a}{2.303 RT}$$

प्रश्न: किसी अभिक्रिया के 500K तथा 700K पर वेग स्थिरांक क्रमशः 0.02 s^{-1} तथा 0.07 s^{-1} हैं। E_a की गणना कीजिए।

दिया है (Given):	$T_1 = 500, \quad K_1 = 0.02$	$\log_{10} 2 = 0.3$
	$T_2 = 700, \quad K_2 = 0.07$	$\log_{10} 7 = 0.8$
	$R = 8.314, \quad E_a = ?$	

We know that:

$$\log_{10} \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{2.303 R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

$$\log_{10} \frac{0.07}{0.02} = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314} \left(\frac{700 - 500}{500 \times 700} \right)$$

$$\log_{10} \frac{7}{2} = \frac{E_a}{19.147} \left(\frac{200}{350000} \right)$$

$$\log_{10} 7 - \log_{10} 2 = \frac{E_a}{19.147} \left(\frac{1}{1750} \right)$$

$$0.8 - 0.3 = \frac{E_a}{19.147 \times 1750}$$

$$0.5 = \frac{E_a}{19.147 \times 1750}$$

$$E_a = 0.5 \times 19.147 \times 1750$$

$$E_a = 19.147 \times 875$$

$$E_a = 16753.625 \text{ J/mol (Ans)}$$

☁ देहली ऊर्जा (Threshold Energy) ☁

- * कणों की वह न्यूनतम ऊर्जा जो प्रभावी टक्करों के लिए आवश्यक होती है, उसे देहली ऊर्जा कहते हैं।

☁ संघट्ट आवृत्ति (Collision Frequency) ☁

- * एक इकाई समय में कणों द्वारा टक्करों की संख्या को संघट्ट आवृत्ति कहा जाता है। इसे Z_{AB} से प्रदर्शित किया जाता है।

संघट्ट सिद्धान्त (Collision Theory)

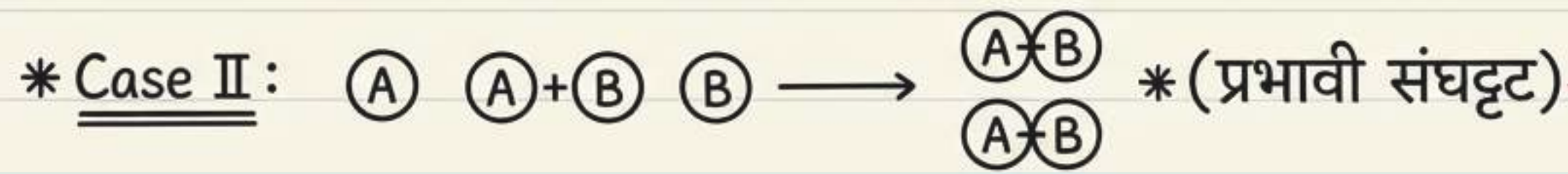
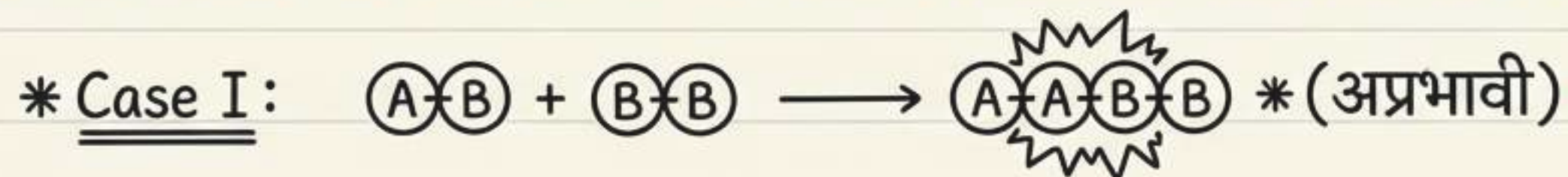
* इस सिद्धान्त के अनुसार:

- (1) किसी अभिक्रिया में उत्पाद बनाने के लिए अभिकारकों के कणों का संघट्ट (टकराव) आवश्यक होता है।
- (2) अभिकारकों के कणों के टकराने पर पहले सक्रियण ऊर्जा जटिल (मध्यवर्ती यौगिक) बनता है, जिसके पश्चात् उत्पाद बनता है।



सक्रियण ऊर्जा (Activation Energy)

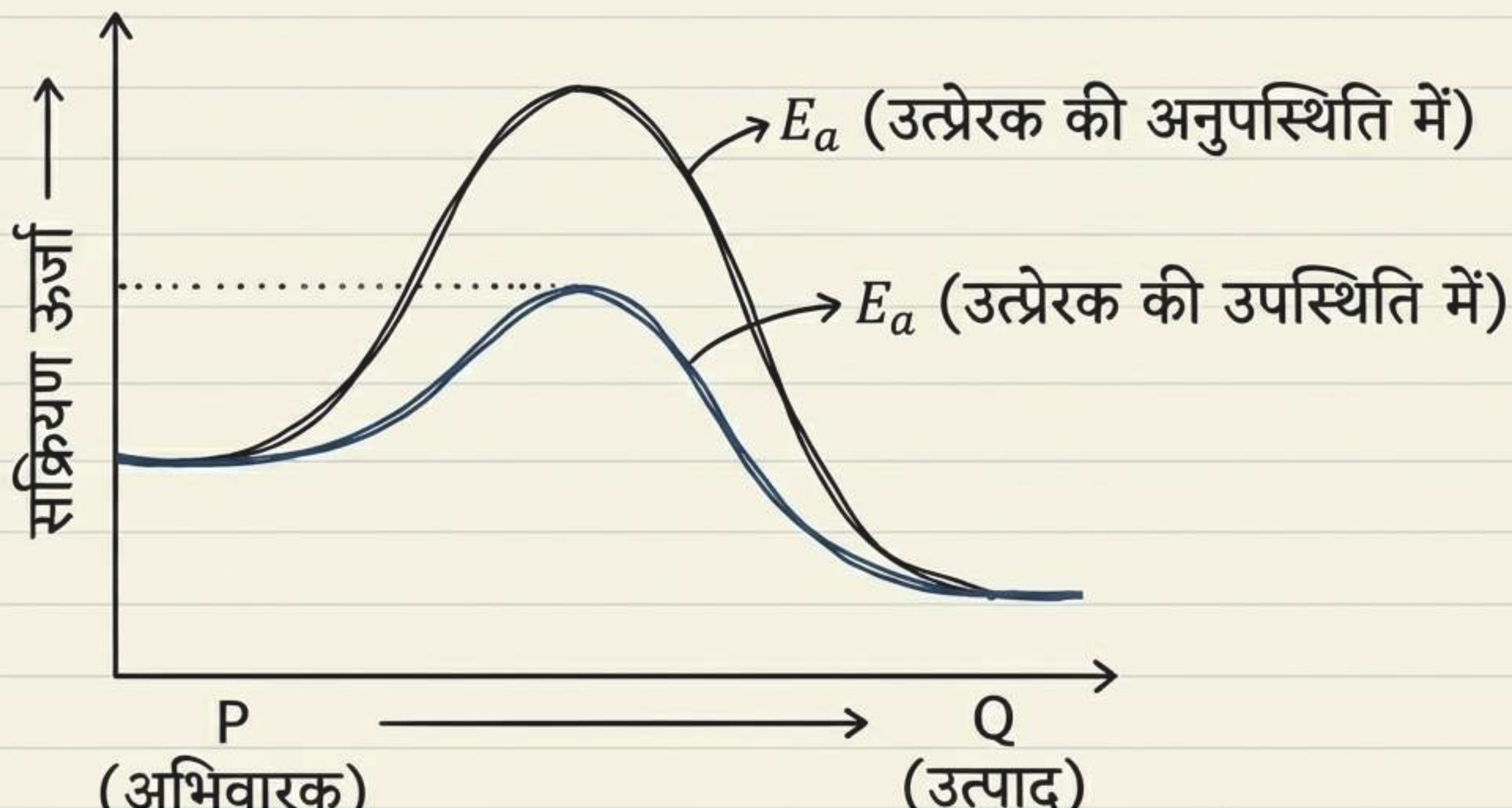
* वह ऊर्जा जो अभिक्रिया में सक्रियण जटिल बनाने में सहायक होती है, उसे 'सक्रियण ऊर्जा' कहते हैं।



Note: प्रभावी संघट्ट के द्वारा ही अभिक्रिया में उत्पाद बनते हैं।

☁ सक्रियण ऊर्जा तथा अभिक्रिया वेग पर उत्प्रेरक का प्रभाव ☁

- * उत्प्रेरक की उपस्थिति में सक्रियण ऊर्जा का स्तर कम हो जाता है, जिससे अभिक्रिया का वेग बढ़ जाता है।



💡 बहुविकल्पीय प्रश्नोत्तर (भाग 1) 💡

प्रश्न 1: वेग स्थिरांक ताप बढ़ाने पर—

- (a) बढ़ेगा ✓ (b) घटेगा (c) अपरिवर्तित रहेगा (d) इनमें से कोई नहीं

प्रश्न 2: अभिक्रिया $A + 2B \rightarrow$ उत्पाद के लिए वेग नियम समीकरण $R = k[A][B]^2$ द्वारा व्यक्त किया जाता है, तो अभिक्रिया की आण्विकता है—

- (a) 2 (b) 3 ✓ (c) 5 (d) 6

प्रश्न 3: अभिक्रिया $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ के लिए $r = k[H_2O_2]$ है। यह अभिक्रिया है—

- (a) शून्य कोटि अभिक्रिया (b) प्रथम कोटि अभिक्रिया ✓
(c) द्वितीय कोटि अभिक्रिया (d) तृतीय कोटि अभिक्रिया

प्रश्न 4: अभिक्रिया $\frac{1}{2}A \rightarrow 2B$ के लिए, A के विघटन की दर और B के बनने की दर से निम्न प्रकार से सम्बन्धित है—

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



बहुविकल्पीय प्रश्नोत्तर (भाग 2)



प्रश्न 5: अभिक्रिया $A \rightarrow B$ में, अभिक्रिया की दर अभिकारकों का सान्द्रण चार गुना बढ़ाने पर, दोगुना बढ़ जाती है। अभिक्रिया की कोटि है—

- (a) शून्य (b) $\frac{1}{2}$ ✓
(c) 2 (d) 4

प्रश्न 6: निम्नलिखित में से कौन-सी अभिक्रिया शून्य कोटि की अभिक्रिया है?

- (a) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
(b) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$
(c) $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$
(d) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ ✓

प्रश्न 7: किस कोटि की अभिक्रिया के लिए वेग तथा वेग स्थिरांक की इकाई समान होती है?

- (a) शून्य ✓ (b) प्रथम
(c) द्वितीय (d) तृतीय

प्रश्न 8: एक शून्य कोटि की अभिक्रिया $A + B \rightarrow C$ के लिए वेग दर है—

- (a) दर = $k[A]^0[B]^0$ ✓ (b) दर = $k[A]^1[B]^0$
(c) दर = $k[A]^0[B]^1$ (d) इनमें से कोई नहीं।

प्रश्न 9: द्वितीय कोटि अभिक्रिया के वेग स्थिरांक की इकाई है—

- ✓ (a) लीटर मोल⁻¹ सेकण्ड⁻¹ (b) मोल सेकण्ड⁻¹

प्रश्न 10: प्रथम कोटि की एक अभिक्रिया के लिए वेग स्थिरांक 2.0×10^{-3} सेकण्ड⁻¹ है। इस अभिक्रिया की अर्द्धआयु है—

- (a) 3.465×10^3 सेकण्ड (b) 3.465×10^2 सेकण्ड ✓

? अतिलघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर (VSAQ) 💡

प्रश्न 1: अभिक्रिया के वेग से आप क्या समझते हैं?

उत्तर: वह दर, जिस पर समय के साथ अभिकारक या उत्पाद पदार्थों का सान्द्रण परिवर्तित होता है, अभिक्रिया का वेग कहलाता है।

यदि सूक्ष्म अन्तराल dt में अभिकारक के dx मोल उत्पाद में परिवर्तित हों: अभिक्रिया का वेग $= \frac{dx}{dt}$

यदि अन्तराल dt में अभिकारक के dc मोल शेष रहते हों: अभिक्रिया का वेग $= -\frac{d[c]}{dt}$



नॉलेज बूस्टर (Knowledge Booster):

वेग नियम को किसी सन्तुलित अभिक्रिया को देखकर नहीं लिखा जा सकता, बल्कि प्रयोग द्वारा प्राप्त आँकड़ों के आधार पर निर्धारित किया जाता है तथा वेग नियम की सहायता से, अभिक्रिया का वेग अभिकारकों की भिन्न-भिन्न सान्द्रताओं पर ज्ञात करना सम्भव है।

प्रश्न 2: तात्क्षणिक वेग क्या है?

उत्तर: किसी निश्चित क्षण पर अभिक्रिया का वास्तविक वेग उसका तात्क्षणिक वेग कहलाता है। समय व सान्द्रता के मध्य खींचे गए ग्राफ में किसी विशिष्ट समय और सान्द्रता के संगत बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा का ढाल (slope), अभिक्रिया के तात्क्षणिक वेग को प्रदर्शित करता है।

? अतिलघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर (जारी...)?

प्रश्न 3: निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए अभिक्रिया का औसत वेग बताइए—



उत्तर: अभिक्रिया $n_1A + n_2B \rightarrow m_1C + m_2D$ का औसत वेग:

$$\begin{aligned} &= -\frac{1}{n_1} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{n_2} \frac{d[B]}{dt} \\ &= +\frac{1}{m_1} \frac{d[C]}{dt} = +\frac{1}{m_2} \frac{d[D]}{dt} \end{aligned}$$

नोट: अभिकारकों के साथ (-) चिह्न और उत्पादों के साथ (+) चिह्न का प्रयोग होता है।

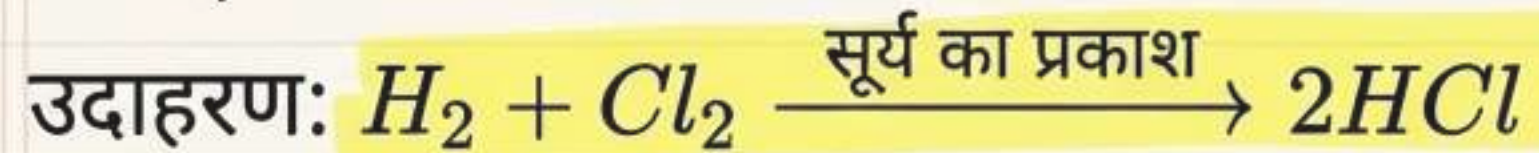
प्रश्न: आण्विकता (अणुसंख्यता) तथा अभिक्रिया की कोटि में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

आण्विकता (Molecularity)	अभिक्रिया की कोटि (Order of Reaction)
(i) आण्विकता सदैव एक पूर्ण संख्या होती है।	(i) कोटि भिन्नात्मक (fractional) भी हो सकती है।
(ii) आण्विकता कभी भी शून्य नहीं हो सकती।	(ii) अभिक्रिया की कोटि शून्य भी हो सकती है।
(iii) यह अभिक्रिया के पद में भाग लेने वाले अणुओं की संख्या है।	(iii) यह अभिक्रिया के वेग और अभिकारकों की सान्द्रता में सम्बन्ध बताती है।
(iv) यह अभिक्रिया के वेग निर्धारक पद में भाग लेने वाले अणुओं की संख्या है।	(iv) यह उन अणुओं की संख्या है, जिनकी सान्द्रताएँ अभिक्रिया के वेग को निर्धारित करती हैं।
(v) इसकी व्याख्या अभिक्रिया की क्रियाविधि द्वारा करते हैं (सैद्धांतिक)।	(v) यह प्रयोगों (Experiments) द्वारा निकाली जाती है।

☆ नोट : किसी अभिक्रिया की आण्विकता और कोटि समान या भिन्न-भिन्न हो सकती हैं।

प्रश्न: शून्य कोटि की अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं? इसका गणितीय समीकरण लिखिए।

उत्तर: वह अभिक्रिया जिसकी प्रगति में अभिकरक के किसी भी अणु का सान्द्रण परिवर्तित नहीं होता है अर्थात् जिसका वेग अभिकारक के सान्द्रण पर निर्भर नहीं करता है, शून्य कोटि की अभिक्रिया कहलाती है।



गतिक समीकरण का डेलोवेशना:

- मान लिया कोई शून्य कोटि अभिक्रिया $A \rightarrow B + C$ है।
- परिभाषा के अनुसार: $\text{वेग } \left(\frac{dx}{dt}\right) \propto [A]^0 \rightarrow \frac{dx}{dt} = k[A]^0$ *(जहाँ k = वेग स्थिरांक और $[A]^0 = 1$)*
- समीकरण (1) को इस प्रकार लिखने पर: $dx = k \cdot dt$ $\therefore \frac{dx}{dt} = k \dots (1)$
- समाकलन (Integration) से: $\int dx = k \int dt \rightarrow x = kt + C \dots (2)$ *(जहाँ C = समाकलन स्थिरांक है)*
- $t = 0$ पर $x = 0$, तब $C = 0 \rightarrow$ अतः $x = kt$ या $k = \frac{x}{t}$

इकाई: k का मात्रक = $\frac{\text{मोल लीटर}^{-1}}{\text{सेकण्ड}} = \text{मोल लीटर}^{-1} \text{सेकण्ड}^{-1}$

प्रश्न 5: सिद्ध कीजिए कि प्रथम कोटि की अर्द्ध-आयु प्रारम्भिक सान्द्रता पर निर्भर नहीं करती है।

हल: प्रथम कोटि के लिए, $k = \frac{2.303}{t} \log_{10} \frac{a}{a-x}$

→ आधा सान्द्रण समाप्त होने के लिए ($t = t_{1/2}$ और $x = 0.5a$):

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}} \log_{10} \frac{a}{a-0.5a}$$

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}} \log_{10} \frac{a}{0.5a}$$

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}} \log_{10} 2$$

$$t_{1/2} = \frac{2.303 \times 0.3010}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

*(समीकरण में प्रारम्भिक सान्द्रण 'a' नहीं है। सिद्ध हुआ।)

प्रश्न 6: अभिक्रिया गति कैसे प्रभावित होती है?



सान्द्रण: सान्द्रण बढ़ाने पर अणुओं की संख्या बढ़ती है जिससे प्रभावी टक्करों की संख्या बढ़ती है।



ताप: तापमान बढ़ाने पर गति बढ़ती है क्योंकि संघट्टों (collisions) की संख्या में वृद्धि होती है।



उत्प्रेरक: उत्प्रेरक सक्रियत संकर बनाने हेतु आवश्यक सक्रियण ऊर्जा का मान कम कर देता है। (अभिक्रिया दर $\propto \frac{1}{\text{सक्रियण ऊर्जा}}$)