



KINETIKA



Pendahuluan

- Perubahan kimia secara sederhana ditulis dalam persamaan reaksi dengan kondisi kesetimbangan
- Namun persamaan reaksi tidak dapat menjawab :
 1. Seberapa cepat reaksi berlangsung
 2. Bagaimana konsentrasi reaktan dan produk saat reaksi selesai
 3. Apakah reaksi berjalan dengan sendirinya dan melepaskan energi, ataukah ia memerlukan energi untuk bereaksi?



Pendahuluan

- Kinetika adalah studi tentang laju reaksi, perubahan konsentrasi reaktan (atau produk) sebagai fungsi dari waktu
- Reaksi dapat berlangsung dengan laju yang bervariasi, ada yang serta merta, perlu cukup waktu atau waktu yang sangat lama



Konsep Laju Reaksi

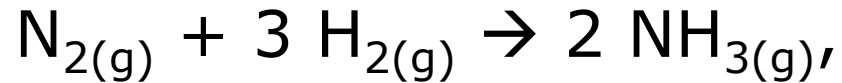
Laju reaksi menyatakan laju perubahan konsentrasi zat-zat komponen reaksi setiap satuan waktu:

$$V = \frac{\Delta[M]}{t}$$

- Laju pengurangan konsentrasi pereaksi per satuan waktu
- Laju penambahan konsentrasi hasil reaksi per satuan waktu
- Perbandingan laju perubahan masing-masing komponen sama dengan perbandingan koefisien reaksinya

Konsep Laju Reaksi

Pada reaksi :



Laju reaksi :

- laju penambahan konsentrasi NH_3
- laju pengurangan konsentrasi N_2 dan H_2 .



Mengekspresikan Laju Reaksi

$$\text{Laju Gerak} = \frac{\text{Perubahan posisi}}{\text{Perubahan waktu}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi} &= \frac{\text{Perubahan konsentrasi A}}{\text{Perubahan waktu}} \\ &= -\frac{\text{Konst A}_2 - \text{Konst A}_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta(\text{Konst A})}{\Delta t} \end{aligned}$$

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



PENENTUAN LAJU REAKSI

Laju reaksi ditentukan melalui percobaan, yaitu dengan mengukur banyaknya pereaksi yang dihabiskan atau banyaknya produk yang dihasilkan pada selang waktu tertentu.



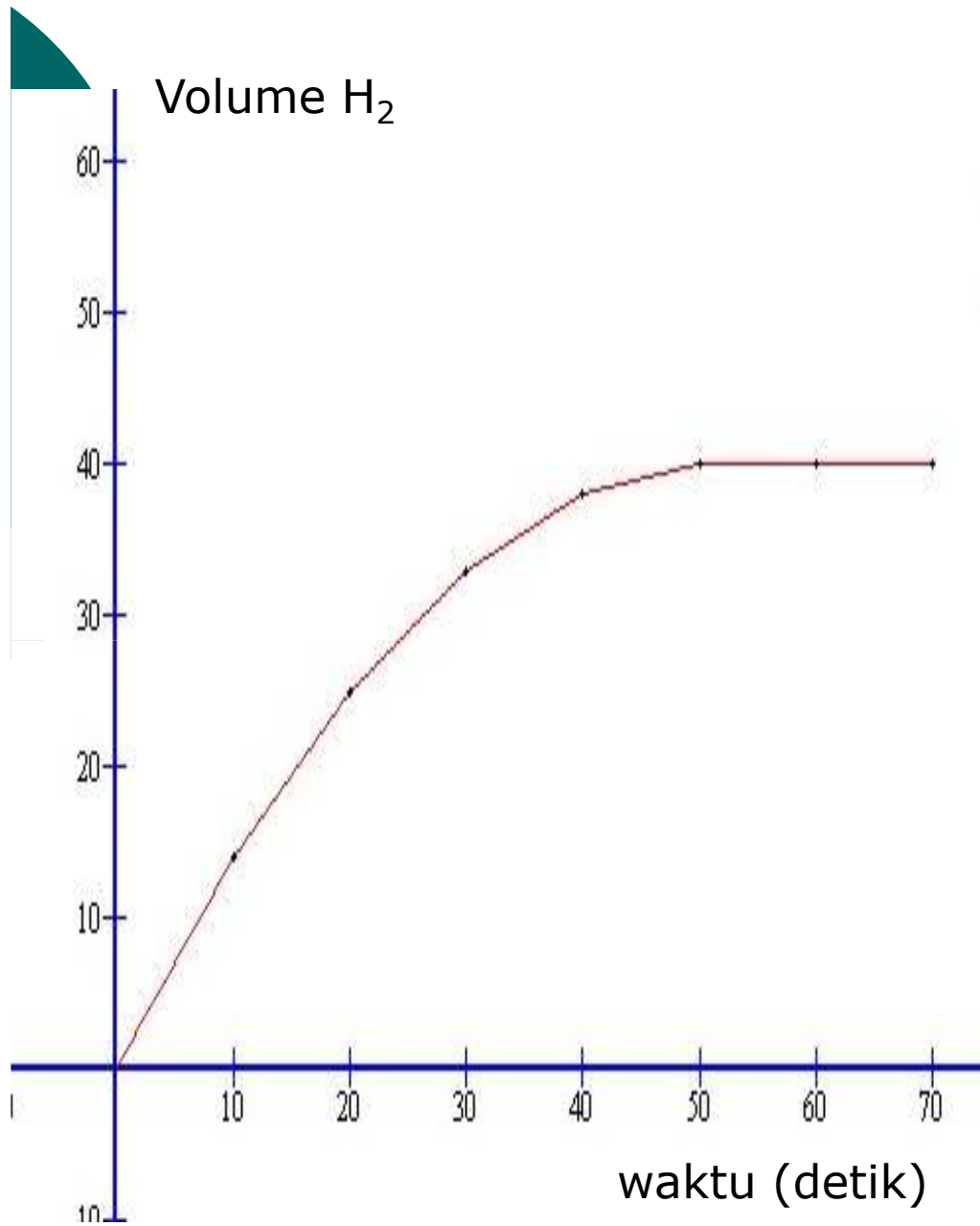


Contoh :

Laju reaksi antara Mg dengan HCl dapat ditentukan dengan mengukur jumlah salah satu produknya, yaitu gas hydrogen



Waktu (detik)	Volume H ₂ (mL)
0	0
10	14
20	25
30	33
40	38
50	40
60	40
70	40



- pd 10 : 14 mL gas H₂,
laju reaksi = 1,4 mL
hydrogen perdetik.

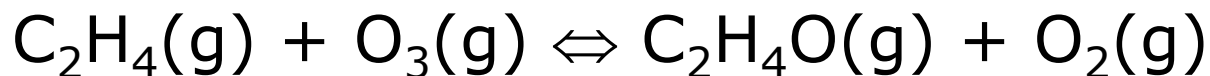
detik ke 20 : 11 mL (25-
14). Laju reaksi : 1,1 mL
perdetik

- Volume total gas
hydrogen yang : 40 mL,
dalam 50 detik.

Laju reaksi rata-rata : 40
mL/50 detik = 0,8 mL gas
H₂ perdetik



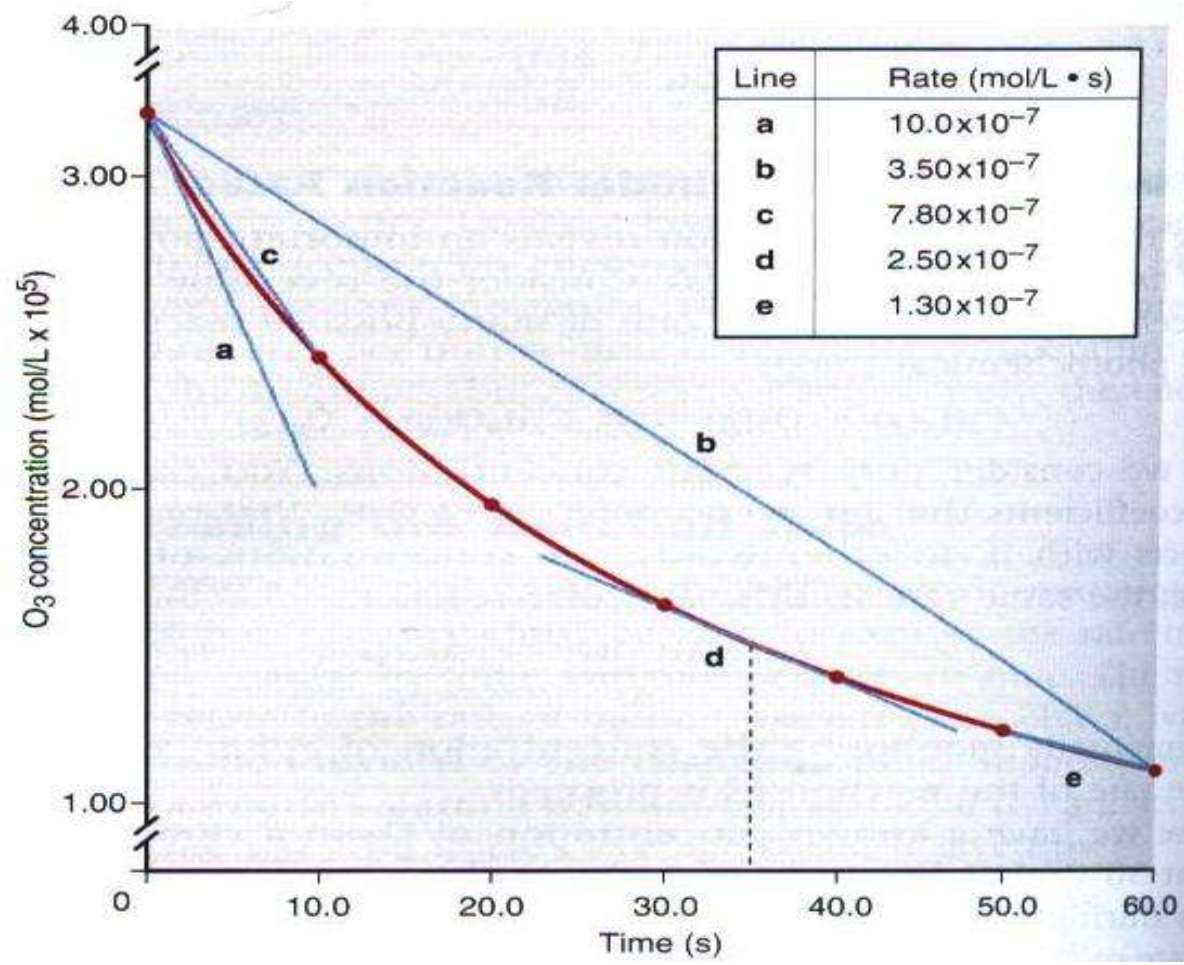
Laju Reaksi Rerata, Instan dan Awal



Konsentrasi O_3 pada beberapa waktu dalam Reaksinya dengan C_2H_4 pada 303 K

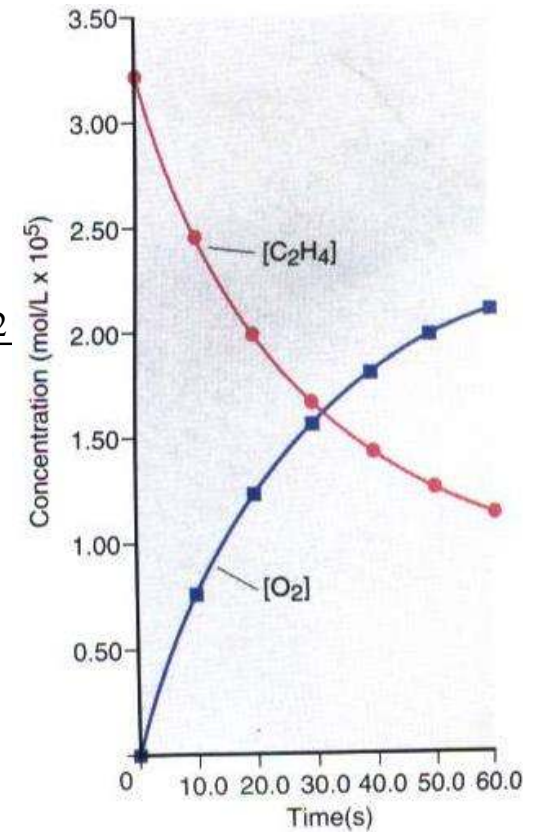
Waktu (s)	Konsentrasi O_3 (mol/L)
0,0	$3,20 \times 10^{-5}$
10,0	$2,42 \times 10^{-5}$
20,0	$1,95 \times 10^{-5}$
30,0	$1,63 \times 10^{-5}$
40,0	$1,40 \times 10^{-5}$
50,0	$1,23 \times 10^{-5}$
60,0	$1,10 \times 10^{-5}$

Plot Konsentrasi vs Waktu



Ekspresi Laju dalam Konsentrasi Reaktan dan Produk

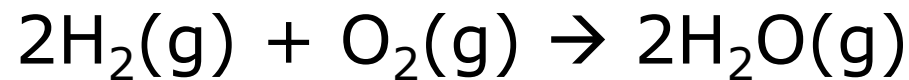
$$Laju = -\frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[C_2H_4O]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$





Soal Latihan

Karena menghasilkan produk gas non polusi, hidrogen sebagai bahan bakar roket dan sumber energi masa depan:



1. Tuliskan laju reaksi ini dalam suku perubahan $[\text{H}_2]$, $[\text{O}_2]$ dan $[\text{H}_2\text{O}]$ terhadap waktu
2. Saat O_2 turun pada $0,23 \text{ mol/L.s}$ berapa kenaikan terbentuknya H_2O ?



Persamaan Laju dan komponennya

- Untuk reaksi umum:



- Persamaan lajunya berbentuk

$$\text{Laju} = k[A]^m[B]^n$$

- Konstanta proporsionalitas k disebut juga konstanta laju dan karakteristik untuk reaksi pada suhu tertentu serta tidak berubah saat reaksi terjadi
- m dan n disebut orde reaksi didefinisikan sejauhmana laju reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi masing-masing reaktan
- Komponen persamaan laju: laju, orde reaksi dan konstanta laju harus ditentukan berdasarkan eksperimen bukan berdasarkan persamaan stoikiometris yang seimbang

Faktor-faktor yang mempengaruhi Laju Reaksi

Laju reaksi dipengaruhi oleh :



Suhu



Konsentrasi



Luas permukaan sentuhan/ Ukuran partikel



Katalis

[Kembali](#)

Suhu

Kenaikan suhu dapat mempercepat laju reaksi karena dengan naiknya suhu energi kinetik partikel zat-zat meningkat sehingga memungkinkan semakin banyaknya tumbukan efektif yang menghasilkan perubahan

Suhu (°C)	Laju reaksi (M/detik)
10	0,3
20	0,6
30	1,2
40	2,4
t	Vt

Suhu

Hubungan Kuantitatif perubahan suhu terhadap laju reaksi:

Dari data diperoleh hubungan:

Setiap kenaikan suhu 10 °C, maka laju mengalami kenaikan 2 kali semula, maka secara matematis dapat dirumuskan

$$V_t = V_0 \cdot 2^{\frac{t-t_0}{10}}$$

Dimana :

V_t = laju reaksi pada suhu t

V_0 = laju reaksi pada suhu awal

(t_0)



Terminologi Orde Reaksi



- Persamaan laju hasil eksperimen

$$\text{Laju} = k[\text{NO}][\text{O}_3]$$

- Reaksi dikatakan orde satu terhadap NO dan orde satu terhadap O₃ dan secara overall reaksi berorde dua



Menentukan Orde Reaksi

- Misalkan suatu reaksi:
$$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$$
- Persamaan laju dituliskan sebagai
$$\text{Laju} = k[\text{O}_2]^m[\text{NO}]^n$$
- Untuk menentukan orde reaksi kita harus melakukan serangkaian eksperimen masing-masing dimulai dengan satu set konsentrasi reaktan yang berbeda-beda dan dari masing-masing akan diperoleh laju awal

Laju Awal serangkaian eksperimen pada reaksi O₂ dan NO

Eksperimen	Konsentrasi reaktan awal (mol/L)		Laju awal (mol/L.s)
	O ₂	NO	
1	$1,10 \times 10^{-2}$	$1,30 \times 10^{-2}$	$3,21 \times 10^{-3}$
2	$2,20 \times 10^{-2}$	$1,30 \times 10^{-2}$	$6,40 \times 10^{-3}$
3	$1,10 \times 10^{-2}$	$2,60 \times 10^{-2}$	$12,8 \times 10^{-3}$
4	$3,30 \times 10^{-2}$	$1,30 \times 10^{-2}$	$9,60 \times 10^{-3}$
5	$1,10 \times 10^{-2}$	$3,90 \times 10^{-2}$	$28,8 \times 10^{-3}$



Soal Latihan

- Salah satu reaksi gas yang terjadi dalam kendaraan adalah:



$$\text{Laju} = k[\text{NO}_2]^m[\text{CO}]^n$$

- Jika diketahui data sebagai berikut, tentukan orde reaksi keseluruhan

Eksperimen	Laju awal (mol/L.s)	[NO ₂] awal (mol/L)	[CO] awal (mol/L)
1	0,0050	0,10	0,10
2	0,080	0,40	0,10
3	0,0050	0,10	0,20

Persamaan laju Integral Perubahan Konsentrasi terhadap waktu

Misal reaksi $A \rightarrow B$

$$\text{Laju} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \text{ atau } \text{Laju} = k[A]$$

$$-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k[A] \text{ maka } \ln \frac{[A]_0}{[A]_t} = kt$$

Reaksi orde satu {laju = $k[A]$ } : $\ln[A]_0 - \ln[A]_t = kt$

Untuk reaksi orde dua $\text{laju} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k[A]^2$

$$\frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0} = kt$$

Reaksi orde dua laju = $k[A]^2$

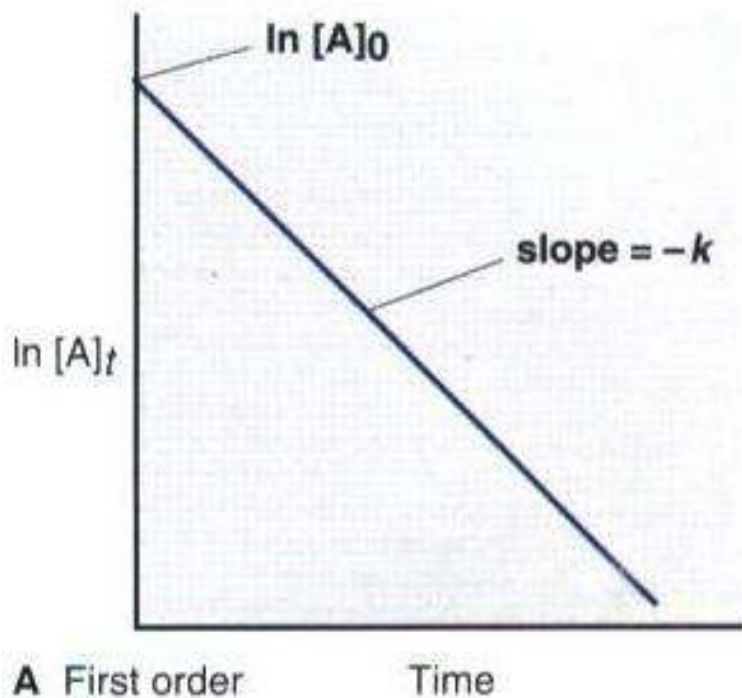


Soal Latihan

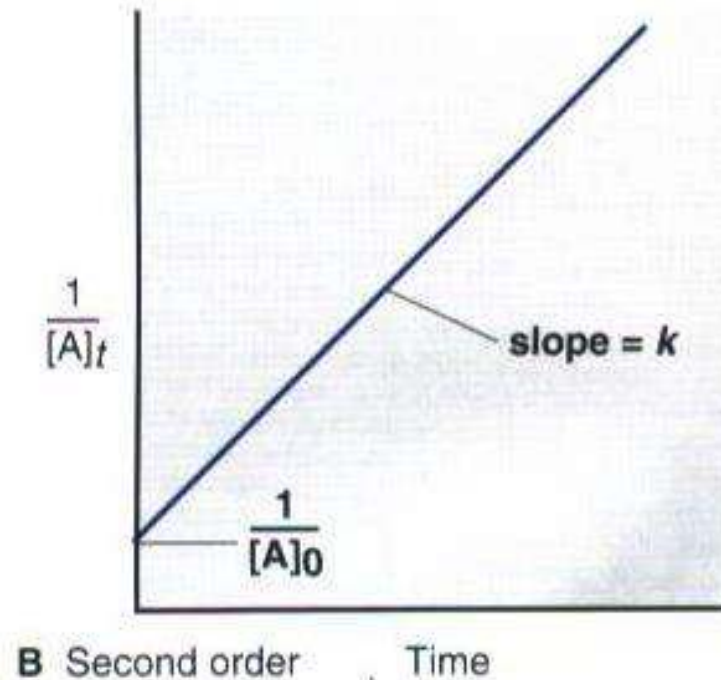
Siklobutana (C_4H_8) terdekomposisi pada $1000^\circ C$ menjadi dua molekul etilen (C_2H_4) dengan konstanta laju reaksi orde satu 87 s^{-1}

1. Jika konsentrasi awal siklobutana $2,00\text{ M}$ berapa konsentrasinya setelah $0,010\text{ s}$?
2. Berapa fraksi siklobutana terdekomposisi pada waktu tersebut

Menentukan Orde Reaksi dari Persamaan Laju Integral

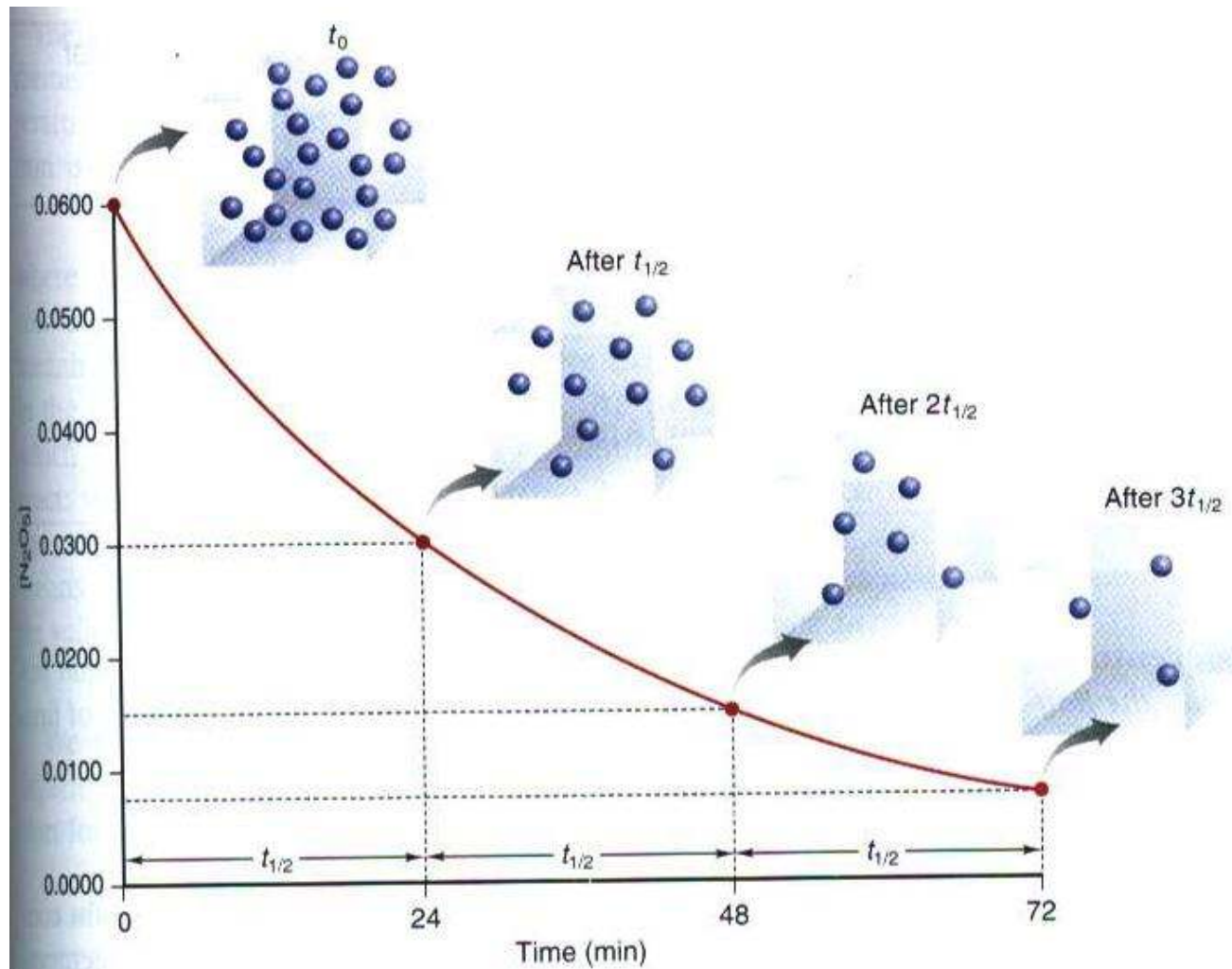


$$\ln[A]_t = -kt + \ln[A]_0$$



$$\frac{1}{[A]_t} = kt + \frac{1}{[A]_0}$$

Waktu Paruh Reaksi



Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Reaksi

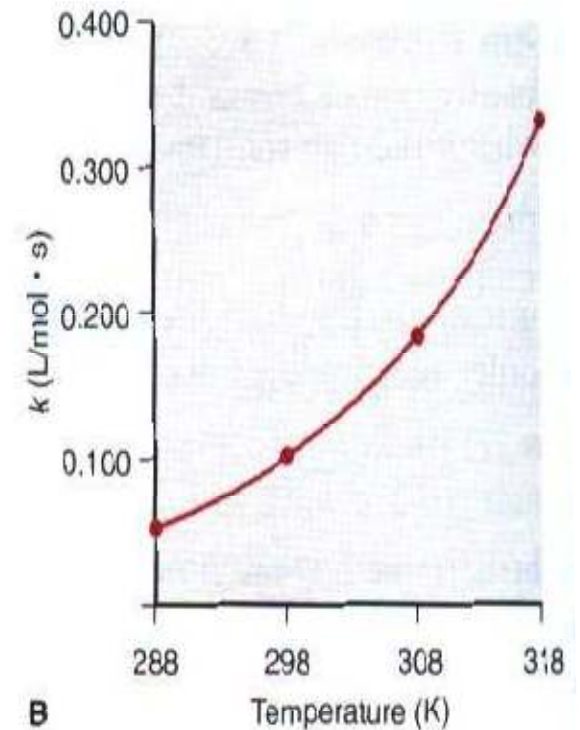
Expt	[Ester]	[H ₂ O]	T (K)	Rate (mol/L · s)	k (L/mol · s)
1	0.100	0.200	288	1.04×10^{-3}	0.0521
2	0.100	0.200	298	2.02×10^{-3}	0.101
3	0.100	0.200	308	3.68×10^{-3}	0.184
4	0.100	0.200	318	6.64×10^{-3}	0.332

A

Figure 16.10 Dependence of the rate constant on temperature.

A, In the hydrolysis of an ester, when reactant concentrations are held constant and temperature increases, the rate and rate constant increase. Note the approximate doubling of k with each 10 K (10°C) temperature rise.

B, A plot of the rate constant vs. temperature for this reaction shows a smoothly increasing curve.



Persamaan Arrhenius

$$k = Ae^{-Ea/RT}$$

$$\ln k = \ln A - \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

$$\ln k_2 = \ln A - \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln k_1 = \ln A - \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T_1} \right)$$

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

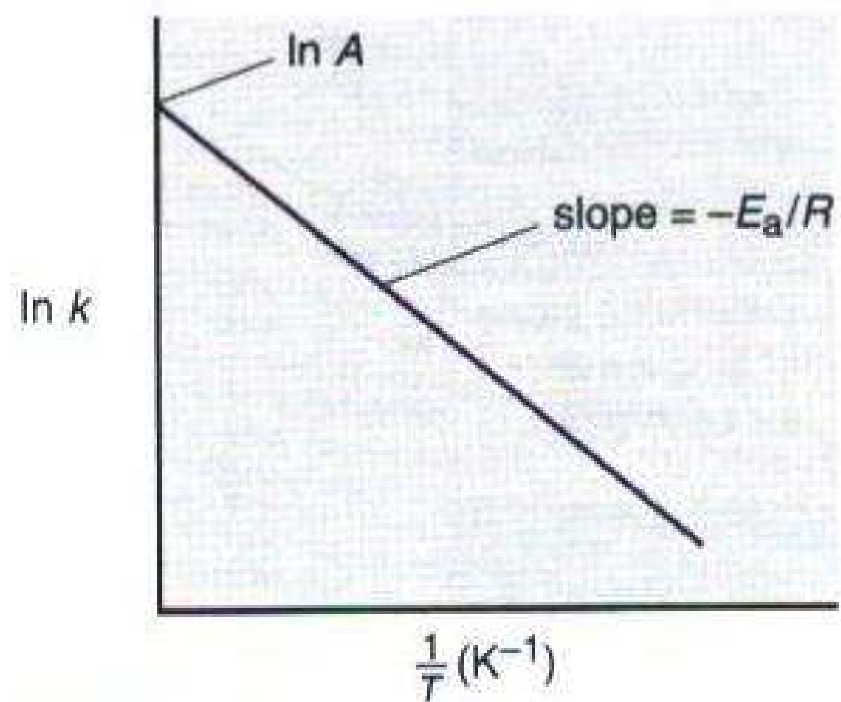


Diagram Energi Reaksi Katalisis dan Non Katalisis

