

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA
Universitas Gadjah Mada (UGM)

KINETIKA KIMIA

Ketergantungan laju reaksi pada temperatur

Drs. Iqmal Tahir, M.Si.

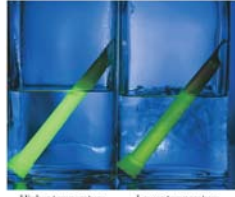
Laboratorium Kimia Fisika., Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

Tel : 087 838 565 047; Fax : 0274-565188
Email :
iqmal@ugm.ac.id atau iqmal.tahir@yahoo.com

Website :
<http://iqmal.staff.ugm.ac.id>
<http://iqmaltahir.wordpress.com>

Fakta

Kasus 1:



Higher temperature Lower temperature

Kasus 2 :

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl}$$

k/s ⁻¹	T/K
6.1×10^{-5}	700
30×10^{-5}	727
242×10^{-5}	765

Laju suatu reaksi kimia sangat sensitif terhadap perubahan suhu.

- Pengamatan empiris : Laju suatu reaksi kimia akan meningkat dua kali lipat apabila suhu naik 10 °C (pada suhu 300 K).

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

Tinjauan berdasarkan teori tumbukan

Temperatur meningkat maka laju reaksi juga bertambah.



Teori tumbukan


- Model tumbukan : Supaya molekul dapat terjadi reaksi maka harus mengalami tumbukan.
- Jumlah tumbukan semakin tinggi maka laju reaksi akan semakin cepat.
- Semakin banyak jumlah molekul yang tersedia, maka probabilitas tumbukan semakin tinggi dan laju reaksi akan meningkat.
- Pada temperatur yang lebih tinggi maka energi molekul akan semakin besar dan konsekuensinya laju reaksi meningkat.
- Komplikasi : Tidak semua tumbukan efektif menghasilkan produk reaksi. Dalam kenyataannya hanya sedikit sekali tumbukan yang mampu menghasilkan produk.

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

Faktor orientasi tumbukan

Tidak semua tumbukan efektif menghasilkan produk reaksi. Dalam kenyataannya hanya sedikit sekali tumbukan yang mampu menghasilkan produk.


Cl Cl-NO



Before collision Collision After collision

(a) Effective collision

Cl O-NCI



Before collision Collision After collision

(b) Ineffective collision

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

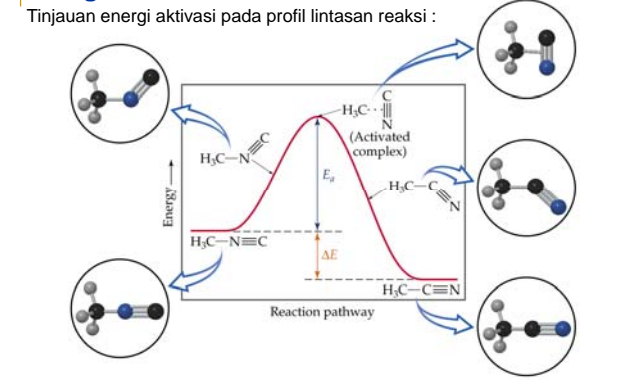
Energi aktivasi

- Arrhenius: Molekul harus memiliki sejumlah energi tertentu untuk dapat bereaksi. Mengapa ?
 - Supaya dapat menghasilkan molekul produk, maka ikatan dalam reaktan harus ada yang terpecah.
 - Pemecahan ikatan kimia akan memerlukan energi.
- Energi aktivasi, E_a , adalah energi minimum yang diperlukan untuk menginisiasi reaksi kimia.

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

Energi aktivasi

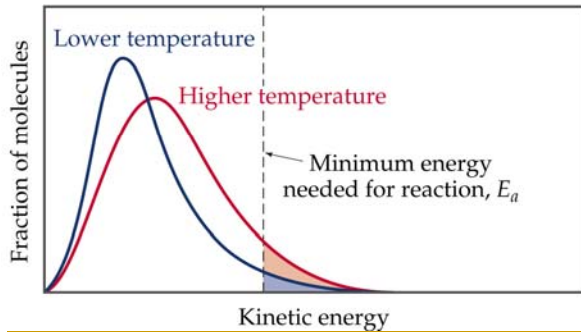
Tinjauan energi aktivasi pada profil lintasan reaksi :



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

Energi aktivasi

Perbedaan distribusi molekul dengan nilai energi kinetik pada dua temperatur yang berbeda.



Persamaan Arrhenius

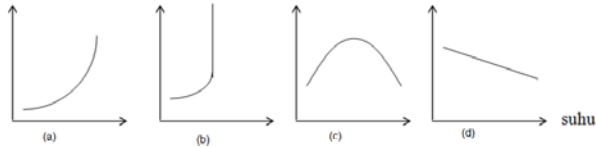
Arrhenius mengamati bahwa pada kebanyakan reaksi ternyata mengikuti hubungan empiris yang dinyatakan dalam persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

- k adalah konstanta laju reaksi
- E_a adalah energi aktivasi
- R adalah konstanta gas (8.314 J/K-mol)
- T adalah temperatur dalam K.
- A adalah faktor frekuensi dan merupakan ukuran probabilitas untuk kemudahan terjadinya tumbukan.
- Parameter A dan E_a merupakan parameter spesifik untuk satu reaksi yang diberikan.

Fakta

Variasi hubungan laju reaksi terhadap temperatur laju

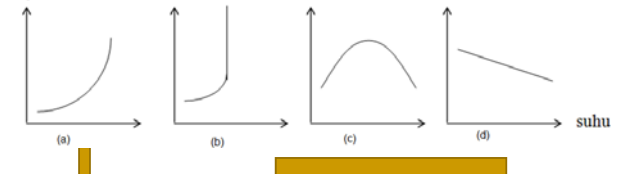


Kurva

- adalah tipe yang paling banyak dijumpai akan dibicarakan secara detail;
- tipe reaksi dengan peledakan dimana ada kenaikan laju reaksi dengan tiba-tiba karena terjadi peledakan;
- satu tipe reaksi hidrogenasi katalisis akan dalam reaksi enzim sedang tipe
- reaksi pada NO dengan O_2 .

Fakta

laju



Reaksi Arrhenius

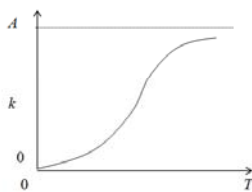
$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

Reaksi Anti Arrhenius

Nilai faktor pre eksponensial (A)

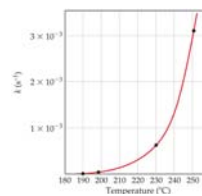
$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Apabila diplot k lawan T maka diperoleh grafik dimana k akan mendekati harga A sebagai konstanta dengan bentuk asimtot.



Laju reaksi sebagai fungsi suhu dari Arrhenius.

Reaksi yang mengikuti Arrhenius



Laju reaksi umumnya meningkat menjadi dua atau tiga kali lebih besar dengan kenaikan suhu 10°C .

Secara empiris dapat dinyatakan sebagai :

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}$$

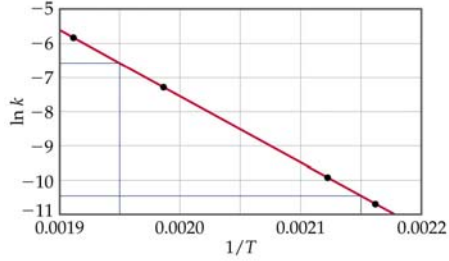
$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \text{konst}$$

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

Plot persamaan Arrhenius

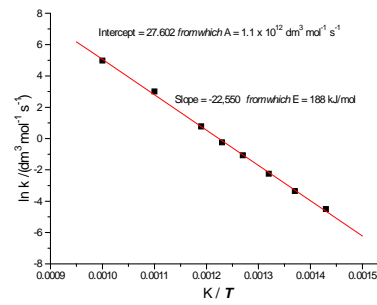
$$\ln k = \frac{-E_a}{RT} + konst$$

Menggunakan plot $\ln k$ lawan $1/T$, maka akan diperoleh slope = $-E_a/R$ dan intersep = $\ln A$



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

Contoh :



14

Perhitungan persamaan Arrhenius

Jika data tidak mencukupi maka perhitungan dapat menggunakan dua buah data dengan hasil penjabaran :

$$\ln k_1 = -\frac{E_a}{RT_1} + \ln A \quad \text{dan} \quad \ln k_2 = -\frac{E_a}{RT_2} + \ln A$$

$$\ln k_1 - \ln k_2 = \left(-\frac{E_a}{RT_1} + \ln A \right) - \left(-\frac{E_a}{RT_2} + \ln A \right)$$

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