

Pertemuan 4

"FISIKA STATISTIK"

.. "Teori Kinetik Gas" ..

➤ Teori kinetik gas adalah teori yang menjelaskan adanya gerak suatu partikel gas dalam ruangan dengan kecepatan berentu. Menjelaskan bahwa tntang tekanan gas gas dari kumbutan molekul. Dimana tak terdiri dari atom / molekul yang bergerak terus dan tidak beraturan.

Besaran yang harus dipahami dalam termodinamika ada 2, yaitu:

- Ekstensif : ~~Ber~~ Bergantung pada jumlah sistem ($m, V, \Delta H, \Delta U, \Delta S$)
- Intensif : Tidak bergantung pada jumlah sistem ($P, \rho, T, \eta, \gamma, c$)

1. Ekstensif

Nilanya bergantung pada jumlah material

contoh :

- Energi dalam $\rightarrow$ energi yang dimiliki oleh sistem karena kumbutan.
- Entropi (S) $\rightarrow$ Ketidakteraturan sistem
- Volume (V) $\rightarrow$ ruang yang dikempaki oleh sistem

Sistem : molekul $\rightarrow O_2$

O : Unsur

O_2 : molekul

H_2O : Senyawa.

- massa (m)
- Jumlah mol (n)
- Muatan (Q)
- Tinggi (h)

2. Intensif

nilainya tidak bergantung pada jumlah material.

Contoh : Kerapatan.

- Enthalpi (H): besaran yang digunakan dalam proses pada tekanan tetap.
- Energi bebas helmholtz (F): energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan sistem pada suhu tetap

$$F = U - TS \rightarrow \text{entropi}$$

$\downarrow$ energi internal sistem $\downarrow$ suhu

- Energi bebas gibbs (ΔG): energi maksimum yang diperoleh sistem dengan suhu dan tekanan tetap

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

$\downarrow$ perubahan energi bebas gibbs $\downarrow$ perubahan entalpi $\downarrow$ suhu $\downarrow$ perubahan entropi

- Tekanan (P)
- Suhu (T)
- Tegangan (E)
- Medan gravitasi (mg)
- Potensial kimia (μ)

Persamaan Gas Ideal $\rightarrow$ Persamaan keadaan suatu gas ideal.

$$PV = nRT$$

P : tekanan

V : volume

n : jumlah partikel gas / mol

R : konstanta gas ideal

T : suhu

$$PV = nRT$$

$$PV = nRT$$

$$N = n \cdot N_0$$

$$k = \frac{R}{N_0} = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$PV = nRT$$

Ket :

n = Jumlah mol gas / mol (g/mol)

R = konstanta gas ideal (J/mol.K)

= 8,31 J. mol⁻¹. K⁻¹

$$PV = NKT$$

Ket :

N = Jumlah partikel gas

Dimana,

$N = n \cdot N_0$

$N_0 = 6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol

K = konstanta Boltzmann

$K = \frac{R}{N_0} = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K

Anggapan dasar / Asumsi dasar gas ideal

1. dV Elemen volume yang cukup kecil dapat diisi oleh molekul yang cukup banyak.

contoh : Gas Ideal He

He $\rightarrow P = 1 \text{ atm}$

$T = 273 \text{ K}$

Ingat $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

$N = 6,02 \times 10^{23}$

1 mol gas $\rightarrow$ Volume = 22,4 L

Kerapatan He $\rightarrow \frac{N}{V} = \frac{6,02 \times 10^{23}}{22,4 \cdot 10^{-3}} \text{ partikel/mol m}^3$

$$\frac{N}{V} = 2,7 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

$$\rightarrow 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$\text{berisi } (10^{-9}) \cdot (2,7 \times 10^{25}) = 2,7 \cdot 10^{16} \text{ atom}$$

$$1 \text{ mol He} = 6,02 \times 10^{23} \text{ atom He}$$

$$1 \text{ mol O}_2 = 32 \text{ gram}$$

$$\text{massa } 1 \text{ mol O}_2 = \frac{32}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{32}{6,02} \times 10^{-23} \text{ gram.}$$

2. Ukuran molekulnya lebih kecil dari pada jarak antar molekulnya.

Jarak rata-rata molekulnya :

$$d = \left(\frac{V}{N} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{kT}{P} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$4 \cdot \text{molekul He} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Jarak rata-rata molekul adalah.

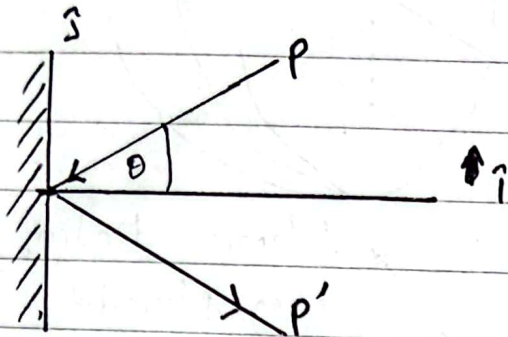
$$\left(\frac{V}{N} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1}{2,7 \cdot 10^{25}} \right)^{\frac{1}{3}} = 3,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

3. Gaya interaksi antar molekulnya ada saat tumbukan molekul bergerak lurus. (tidak dipengaruhi oleh gravitasi bumi elastis sempurna).

$$m \Rightarrow 1, \text{ O}_2 \Rightarrow m(\text{O}_2) =$$

$$m \text{ O}_2 = \frac{32}{N_0}$$

4. Tumbukan antara molekul / molekul dengan dinding bersifat elastis sempurna.



$$\Delta P = P - P'$$

(Tumbukan elastis sempurna)

$$\text{Arah } j = mv \cos \theta - (-mv \cos \theta) = 2mv \cos \theta$$

$$\text{Arah } i = mv \sin \theta - mv \sin \theta = 0 \quad (\text{tak ada perubahan})$$

5. ~~Bitanya~~ Jika tidak ada gaya luar, maka molekul^{xx} akan terdistribusi merata di seluruh wadah.

6. Semua partikel / molekul dalam suatu sistem memiliki peluang yang sama.

• r = jari-jari molekul

• kerapatan bilik kembang $\frac{N}{A}$

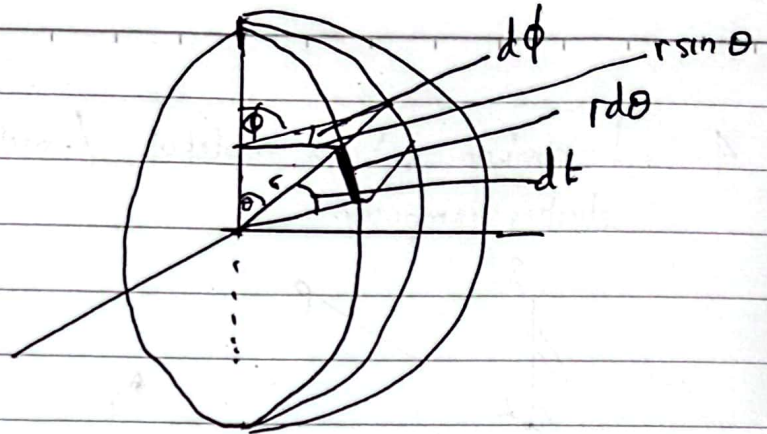
$$\frac{N}{A} = \frac{n \cdot N_0}{4 \pi r^2}$$

$$= \frac{n \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{4 \pi r^2}$$

• Koordinat bola

$$dA = r^2 \sin \theta \, d\theta \, d\phi$$

$$dV = r^2 \sin \theta \, d\theta \, d\phi \, dr$$



• Kerapatan molekul

$$dN_{\theta\phi} = \frac{N}{V} \cdot \frac{r^2 \sin \theta \, d\theta \, d\phi}{4\pi r^2}$$

Elemen dinding yang ditembak

Luaran molekul berbentuk bola yang menumbuk dinding.

$$dN_{\theta\phi} = \frac{N}{V} \cdot \frac{\sin \theta \, d\theta \, d\phi}{4\pi}$$

$$dN_{v\theta\phi} = \frac{dN_v}{V} \cdot \frac{\sin \theta \, d\theta \, d\phi}{4\pi}$$

$$dN_v = N f(v) dv$$

↳ fraksi

→ fungsi distribusi laju

$$\frac{dN_v}{N} = f(v) dv$$

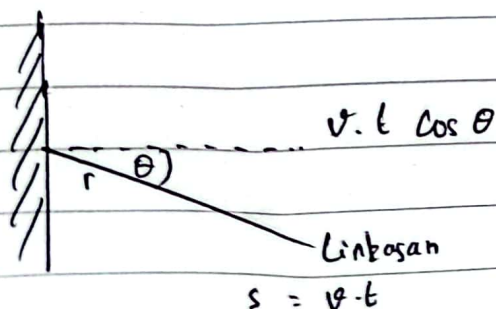
↳ fraksi

Kerapatan molekul yang menumbuk dinding dengan laju.

$$dA \cdot v \cdot dt \cos \theta$$

s (jarak)

~~dA dv~~



$$dN_{\theta\phi} = \frac{dN_v}{v} \cdot \frac{\sin \theta \, d\theta \, d\phi}{4\pi} \cdot (dA \cdot v \, dt \cdot \cos \theta)$$

$$= \frac{dN_v}{v} \cdot \frac{\sin \theta \, d\theta \, d\phi}{4\pi} \cdot dA \cdot v \, dt \cos \theta$$

Contoh :

Kelajuan molekul gas v dengan $v^2 dv$ adalah

$$dN_v = N B v^2 e^{-av^2}, \text{ dengan } a = \frac{m}{2kT}$$

a.) Hitung fraksi molekul gas bersikil

b.) Hitung nilai B .

Jawab :

a.) Fraksi molekul gas.

$$f(v) dv = \frac{dN_v}{N} = \frac{B v^2 e^{-\frac{m v^2}{2kT}}}{N} dv$$

$$= \frac{B v^2 e^{-\frac{m}{2kT} v^2}}{N} dv \longrightarrow \text{Fraksi}$$

b) Nilai B

$$dN = B v^2 e^{-\frac{m}{2kT} v^2} dv$$

$$Nv = \int_0^{\infty} B v^2 e^{-\frac{m}{2kT} v^2} dv$$

Ingat !!

$$\int_0^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$N_{\text{af}} = B \int_0^{\infty} v^2 e^{-\frac{m}{2kT} v^2} dv$$

$$= B \left[\frac{1}{4} \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{m}{2kT}\right)^3}} \right]$$

$$= B \frac{\sqrt{\pi}}{4} \left(\frac{2kT}{m} \right)^{3/2}$$

$$B = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \cdot \left(\frac{m}{2kT} \right)^{3/2}$$
