

Fisika Statistik

04/03/2023

Teori kinetik gas.

Ada dua besaran yang harus di pahami dari termodinamika yaitu:

- Ekstrinsip (energi luar)
- Intrinsip (Energi dalam)

Persamaan gas ideal :

n = jumlah mol

$$PV = nRT$$

↓
Tekanan
Suhu
Kepadatan

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

↳ Banyaknya partikel dalam mol

entropi = Suatu sistem yang acak (tidak teratur)

↓
Ketidak teraturan Sistem

entalpi : besaran yg & gubahan pd tekanan tetap

Asumsi gas ideal

1. $dv \Rightarrow$ kecil $\rightarrow$ berisi sejumlah molekul yang cukup banyak.

1 mol = $6,022 \cdot 10^{23}$ partikel $\rightarrow$ menempati volume 22,4 l

Misal: gas ideal (He) $\rightarrow P = 1 \text{ atm}$, $T = 273 \text{ K}$

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$\text{kerapatan He} \Rightarrow \frac{N}{V} = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 2,7 \cdot 10^{25} / \text{m}^3$$

$$\text{Volume } 1 \text{ mm} = 10^{-9} \text{ m}^3, \dots$$

$$1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \cdot 2,7 \cdot 10^{25} = 2,7 \cdot 10^{16} \text{ atom}$$

Massa 1 mol $\text{O}_2 = 32 \text{ gram}$, sedangkan 1 mol = $6,22 \cdot 10^{23}$ partikel O_2

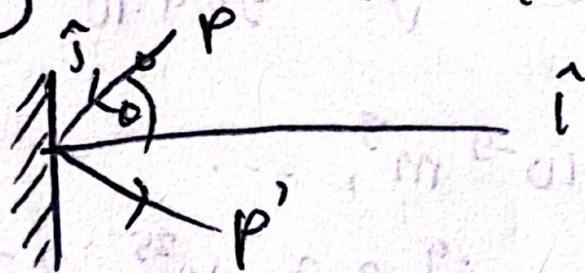
$$\text{Jadi masa 1 } \text{O}_2 = \frac{32}{6,022 \cdot 10^{23}} = 5,31 \cdot 10^{-23} \text{ gram.}$$

2. ukuran molekul $\ll$ jarak antar molekul
ukuran molekul $\text{He} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

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

3. Gaya interaksi antar molekul hanya ada ketika tumbukan molekul bergerak lurus, tidak berpengaruh gravitasi bumi.

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



Gambar tumbukan elastis sempurna.

$$\Delta p = p - p'$$

$$\hat{i} = mv \cos \theta - (-mv \cos \theta) = 2mv \cos \theta$$

$$\hat{j} = mv \sin \theta - (-mv \sin \theta) = 0 \text{ (tidak ada perubahan)}$$

5. jika tidak ada gaya luar, molekul 2 terkontinuasi merata di seluruh wadah

6. Molekul menyebar ke segala arah dg peluang yang sama.

Jari² molekul (r)

Kerapatan tidak tembus $\frac{N}{\pi} = \frac{n N_0}{4\pi r^2}$

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

Koordinat bola :

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

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

Kenapa molekul $dN_{\theta\phi} = \frac{N}{V} r^2 \sin \theta \, d\theta \, d\phi$

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

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

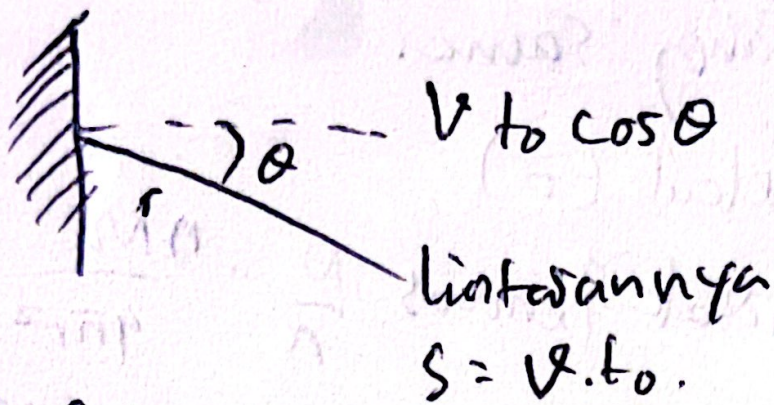
Fungsi distribusi laju

$$dN_r = N + (r) dr$$

$$\frac{dN_r}{N} = + (r) dr$$

elemen dinding yang di tumbuk

↳ Luasan molekul berbentuk bola yang menentu dinding



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

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

↳ Kerapatan molekul yang menumbuk dinding dengan volume $dA \cdot v dt \cos \theta$

Contoh: Kelajuan molekul gas v ~~to~~ $v + dv$ adalah $dN_v = N B v^2 e^{-av^2}$, $a = m/2kT$

a. Hitung tekanan molekul gas Lab

b. Hitung nilai B

Solusi: a. Transansi molekul gas

$$\phi(v) dv = \frac{dN_v}{N} = \frac{B v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}}{\int_0^\infty B v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv} dv$$

$$\phi(v) dv = \frac{B v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}}{\int_0^\infty v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv} dv$$

$$b. dN = B v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv$$

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

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

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

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

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

$$\int_0^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a^3}}$$