

SUHU DAN KALOR

SUHU DAN PENGUKURAN SUHU

Untuk mempelajari **KONSEP SUHU** dan hukum ke-nol termodinamika, Kita perlu mendefinisikan pengertian *sistem, lingkungan, dinding diatermik, dan dinding adiabatik* . Apa pentingnya ?
Jelaskan !

SUHU DAN PENGUKURAN SUHU

Mengapa konsep *interaksi termal dan kesetimbangan termal* dalam membahas konsep suhu sangat penting?
Jelaskan !

SUHU

DAN PENGUKURAN SUHU

Definisi suhu yang dikenal umum adalah : "***Derajat panas atau dinginnya suatu benda***". Definisi ini kurang tegas, sehingga para fisikawan mendefinisikan suhu seperti yang tercantum dalam **hukum ke-nol termodinamika**. Dimana letak ketidaktegasan ini? Jelaskan!

SUHU

DAN PENGUKURAN SUHU

Hukum Ke-Nol Termodinamika : “*Jika sistem A setimbang termal dengan sistem B, sedangkan sistem B setimbang termal dengan sistem C, maka sistem A akan setimbang termal dengan sistem C*”.

Dengan demikian, bagaimana definisi SUHU menurut Hukum Ke-Nol Termodinamika?

SUHU DAN PENGUKURAN SUHU

Mengapa konsep
thermometric property
sangat memegang
peranan penting dalam
sistem kerja alat-alat ukur
suhu ?

BEBERAPA JENIS TERMOMETER

Nama Termometer	Thermometric Property
Termometer gas P tetap	$V = V(T)$; Volume
Termomter gas V tetap	$P = P(T)$; Tekanan
Termometer Cairan	$L = L(T)$; Panjang kolom
Termometer Resistor	$R = R(T)$; Hambat Jenis
Pirometer	$I = I(T)$; Intensitas
Termokopel	$E = E(T)$; GGL
Termistor	$I = I(T)$; Arus Listrik

SUHU

DAN PENGUKURAN SUHU

Dalam memilih suatu bahan atau zat yang memiliki ***thermometric property*** untuk dijadikan indikator perubahan gejala fisis dalam alat ukur suhu, sebaiknya perubahan gejala fisis tersebut harus *terukur* dan *linear*. Mengapa ? Jelaskan !

SUHU

DAN PENGUKURAN SUHU

- Bagaimana cara ***mengkalibrasi*** alat ukur suhu ?
- Dalam mengkalibrasi alat ukur suhu, mengapa perlu adanya ***titik acuan*** ?
- Mengapa ***suhu triple*** air murni itu dipandang cocok oleh para fisikawan untuk titik acuan termometer ?

SUHU

DAN PENGUKURAN SUHU

Titik Tripel (Triple Point) : Temperatur dan tekanan tunggal ketika air, uap air, dan es bersama-sama berada dalam kesetimbangan. Jika kita tempatkan air, es, dan uap air dalam wadah tanpa udara, maka sistem pada akhirnya akan mencapai suatu keadaan kesetimbangan ketika tidak ada es yang mencair atau menguap, tidak ada air yang membeku atau menguap, dan tidak ada uap air yang mengembun atau membeku. Ini terjadi pada tekanan 4,58 mmHg dan temperatur 0,01 °C atau 273,16K

PEMUAIAN TERMAL

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

TEGANGAN TERMAL

Sebuah benda memuai atau menyusut, diperlukan gaya untuk mengembalikan benda itu ke keadaan semula sebesar :

$$\Delta L = \frac{1}{E} \frac{F}{A} L_o$$

$$\alpha L_o \Delta T = \frac{1}{E} \frac{F}{A} L_o \quad F = \alpha E A \Delta T$$

HUKUM-HUKUM GAS IDEAL

Hukum Boyle :

Proses Isotermik

Hukum Charles :

Proses Isobarik

Hukum Gay-Lussac :

Proses Isokhorik

Hukum Gas Ideal dan Bilangan Avogadro

- Bilangan Avogadro :

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \quad \text{Molekul/mol}$$

- Karena Jumlah total molekul N dalam gas sama dengan jumlah permol dikalikan dengan jumlah mol atau $N = nN_A$; Maka

$$PV = nRT = \frac{N}{N_A} RT \quad \text{atau} \quad PV = NkT$$

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8,315 \text{ J / molK}}{6,02 \times 10^{23} \text{ / mol}} = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$$

TEORI KINETIK DAN INTERPRETASI MOLEKULER DARI TEMPERATUR

Konsep bahwa gas terdiri dari atom yang bergerak secara acak terus-menerus disebut **TEORI KINETIK**.

Asumsi-Asumsi Molekul dalam Gas

- 1) Ada sejumlah molekul, N , masing-masing dengan massa m , yang bergerak dengan arah yang acak dengan berbagai laju.
- 2) Rata-rata molekul-molekul berada jauh satu dengan yang lainnya. Yaitu jarak rata-rata mereka jauh lebih besar dari diameter molekul.

Asumsi-Asumsi Molekul dalam Gas

- 3) Molekul-molekul dianggap mengikuti hukum mekanika klasik, dan dianggap berinteraksi satu sama lain hanya ketika bertumbukan. Walaupun molekul-molekul saling memberikan gaya tarik yang lemah diantara tumbukan, energi potensial yang dihubungkan dengan gaya ini lebih kecil dibandingkan dengan energi kinetik, dan kita dapat mengabaikannya.

Asumsi-Asumsi Molekul dalam Gas

4) Tumbukan dengan molekul lain atau dinding bejana dianggap lenting sempurna.

DEFINISI SUHU YANG LAIN

Berdasarkan hubungan : $PV = 2N \left(\frac{1}{2} m v_x^2 \right)_{rata-rata}$

$$\left(\frac{1}{2} m v_x^2 \right)_{rata-rata} = \frac{1}{2} kT$$

maka, Energi kinetik rata-rata molekul adalah $3/2kT$, Jadi Temperatur Absolut adalah ukuran energi kinetik translasi rata-rata molekul. Kita sertakan kata “translasi”, karena molekul juga mempunyai energi rotasi dan vibrasi.

KALOR

SEBAGAI TRANSFER ENERGI

- KALOR adalah Energi yang ditransfer dari satu benda ke benda yang lainnya karena adanya perbedaan temperatur.
- KALOR itu semacam USAHA MEKANIK pada konsep mekanika, yaitu sebagai energi yang diransfer oleh gaya

PERBEDAAN TEMPERATUR, KALOR, DAN ENERGI DALAM

- TEMPERATUR (Dalam Kelvin) : Merupakan ukuran dari energi kinetik rata-rata dari molekul secara individu
- KALOR: (Mengacu pada) Transfer energi (seperti energi termal) dari satu benda ke benda lainnya karena adanya perbedaan temperatur.
- ENERGI DALAM : Atau energi termal mengacu pada energi total dari semua molekul pada benda. Contoh, Energi dalam (U) n mol gas monoatomik (satu atom per molekul) ideal, merupakan jumlah energi kinetik translasi dari semua atom :

$$U = N \left(\frac{1}{2} m v_x^2 \right)_{rata-rata}$$

KALOR JENIS

Jika kalor diberikan kepada suatu benda, maka temperaturnya akan naik. Besar kalor Q yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur benda tertentu sebanding dengan massa m dan perubahan temperatur :

$$Q = mc \Delta T$$

KALOR JENIS

Pada persamaan :

$$Q = mc\Delta T$$

c adalah besaran karakteristik dari zat tersebut, yang disebut kalor jenis.

KALOR LATEN

- Ketika sebuah materi berubah fase dari padat ke cair atau dari cair ke gas, maka **sejumlah tertentu energi** terlibat pada perubahan fase ini.
- Kalor yang dibutuhkan untuk merubah 1 kg zat dari padat menjadi cair disebut **Kalor Lebur**
- Kalor yang dibutuhkan untuk merubah 1 kg zat dari fase cair ke uap disebut **Kalor Penguapan**
- Nilai-Nilai untuk Kalor Lebur dan Kalor Penguapan itu disebut **Kalor Laten**

KALOR LATEN

Tentu saja kalor yang terlibat dalam perubahan fase tidak hanya bergantung pada Kalor Laten, tetapi juga bergantung pada massa total zat tersebut, sehingga Kalor yang dibutuhkan atau dikeluarkan selama perubahan fase adalah :

$$Q = mL$$

PERPINDAHAN KALOR

Ada 3 cara perpindahan Kalor:

1) KONDUKSI

2) KONVEKSI

3) RADIASI

PERPINDAHAN KALOR : KONDUKSI

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{T_1 - T_2}{l}$$

PERPINDAHAN KALOR: KONVEKSI

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = hA \Delta T$$

PERPINDAHAN KALOR : RADIASI

Kecepatan sebuah benda meradiasikan energi sebanding dengan pangkat empat temperatur kelvin. Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas A dari benda yang memancarkannya, sehingga kecepatan energi meninggalkan benda adalah :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e \sigma A T^4$$

PERPINDAHAN KALOR : RADIASI

Jika sebuah benda dengan emisivitas e dan luas A berada pada temperatur T_1 , benda ini meradiasikan energi dengan kecepatan :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e \sigma A T_1^4$$

PERPINDAHAN KALOR : RADIASI

Jika benda tersebut dikelilingi oleh lingkungan dengan temperatur T_2 dan emisivitas tinggi (mendekati 1), kecepatan energi radiasi oleh sekitarnya sebanding dengan pangkat empat dari temperatur T_2 , dan kecepatan energi yang diserap oleh benda sebanding dengan pangkat empat dari temperatur T_2 . Kecepatan total aliran kalor radiasi dari benda dinyatakan:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma A(T_1^4 - T_2^4)$$

SELESAI