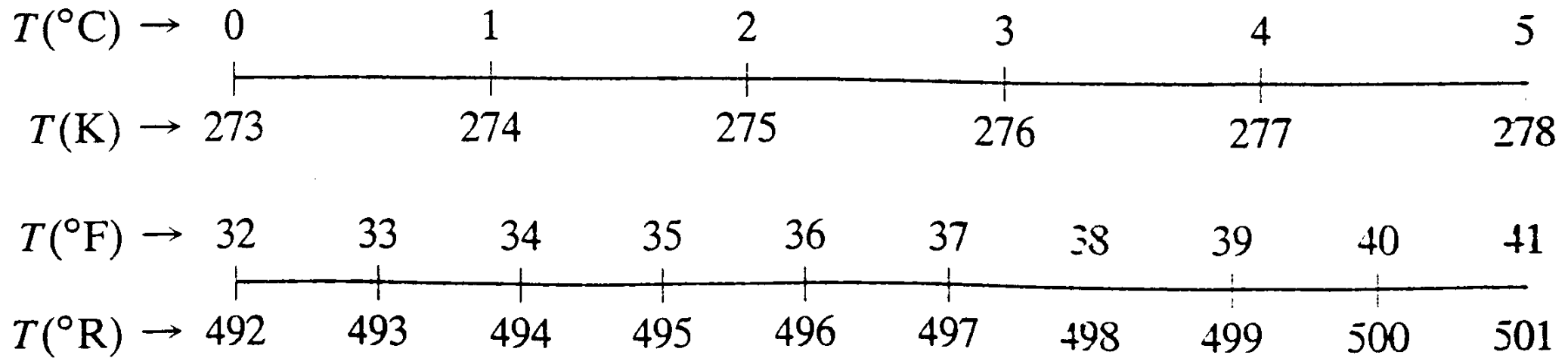


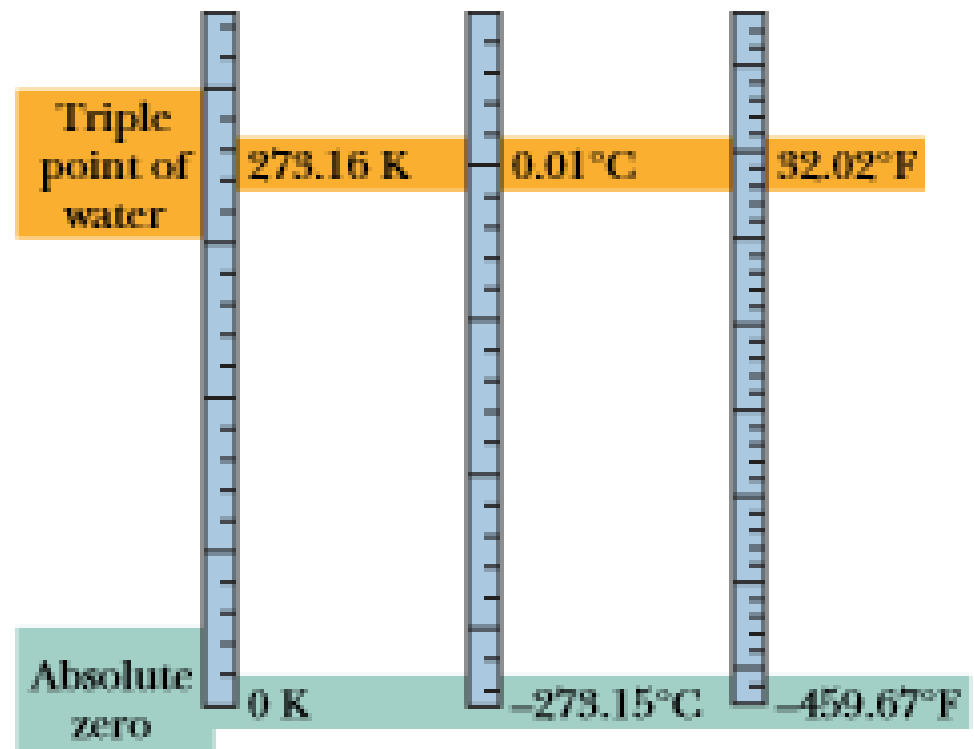
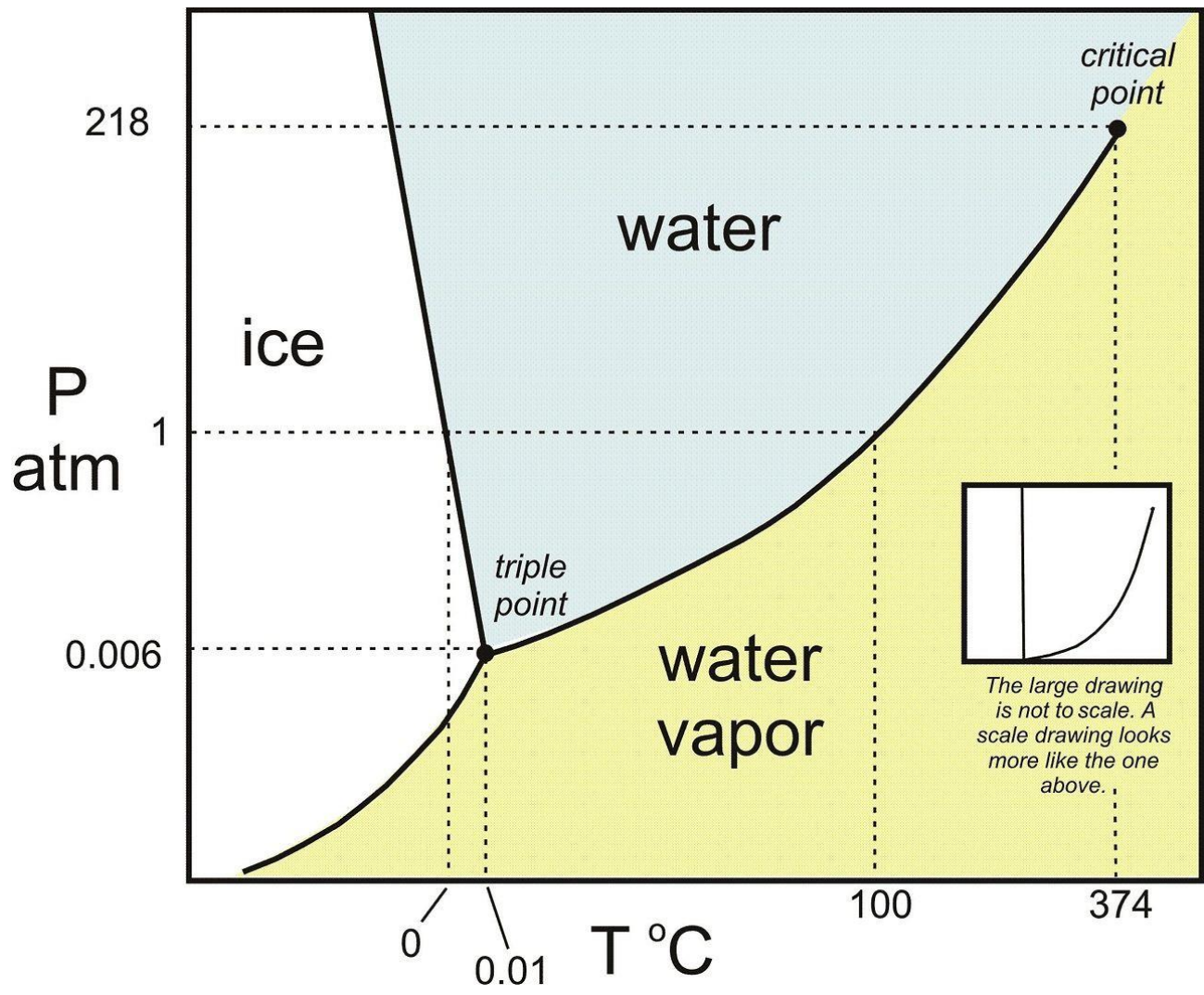
# 03. Temperatur dan Panas



*A degree is both a temperature and a temperature interval, a fact that sometimes leads to confusion. Consider the temperature interval from 0°C to 5°C. There are nine Fahrenheit and nine Rankine degrees in this interval, and only five Celsius degrees and five Kelvin. An interval of 1 Celsius degree or Kelvin therefore contains 1.8 Fahrenheit or Rankine degrees, leading to the conversion factors*

$$\frac{1.8^{\circ}\text{F}}{1^{\circ}\text{C}}, \frac{1.8^{\circ}\text{R}}{1\text{ K}}, \frac{1^{\circ}\text{F}}{1^{\circ}\text{R}}, \frac{1^{\circ}\text{C}}{1\text{ K}} \quad (3.5-5)$$





**Fig. 18-7** The Kelvin, Celsius, and Fahrenheit temperature scales compared.

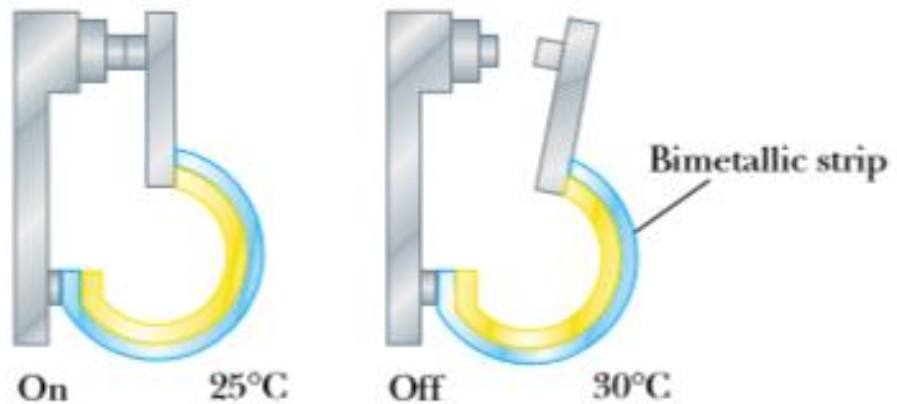
# Thermal Expansion

## Linier expansion

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$



(a)



(b)

$$L_f - L_i = \alpha L_i (T_f - T_i)$$

$\alpha$  = koefisien muai panjang

## Average Expansion Coefficients for Some Materials Near Room Temperature

Material	Average Linear Expansion Coefficient ( $\alpha$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ) <sup>-1</sup>	Material	Average Volume Expansion Coefficient ( $\beta$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ) <sup>-1</sup>
Aluminum	$24 \times 10^{-6}$	Alcohol, ethyl	$1.12 \times 10^{-4}$
Brass and bronze	$19 \times 10^{-6}$	Benzene	$1.24 \times 10^{-4}$
Copper	$17 \times 10^{-6}$	Acetone	$1.5 \times 10^{-4}$
Glass (ordinary)	$9 \times 10^{-6}$	Glycerin	$4.85 \times 10^{-4}$
Glass (Pyrex)	$3.2 \times 10^{-6}$	Mercury	$1.82 \times 10^{-4}$
Lead	$29 \times 10^{-6}$	Turpentine	$9.0 \times 10^{-4}$
Steel	$11 \times 10^{-6}$	Gasoline	$9.6 \times 10^{-4}$
Invar (Ni-Fe alloy)	$0.9 \times 10^{-6}$	Air <sup>a</sup> at 0°C	$3.67 \times 10^{-3}$
Concrete	$12 \times 10^{-6}$	Helium <sup>a</sup>	$3.665 \times 10^{-3}$

# Hukum gas ideal

$$PV = nRT$$

P : tekanan gas [=] bar, kPa, psia

V : volume [=] L, m<sup>3</sup>, cuft

n : mol [=] kmol, lbmol

T : suhu [=] K, R

R : konstanta gas ideal

- R = 8,314 kJ/kmol.K  
= 8,314 kPa.m<sup>3</sup>/kmol.K  
= 0,08314 bar.m<sup>3</sup>/kmol.K  
= 1,9859 Btu/mol.R  
= 10,7316 psia.cuft/lbmol.R  
= 1545,37 ft.lbf/lbmol.R  
= 0,08205 L.atm/mol.K

$$p_1 V_1 = nRT_1$$

$$p_2 V_2 = nRT_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- Pada kondisi standar (**0°C, 1 atm**) :

Volume of 1 gram-mole S.C. = 22.41 liters

Volume of 1 pound-mole S.C. = 359 cubic feet

#### STANDARD CONDITIONS

##### *Temperature*

0°Centigrade

273°Kelvin

32°Fahrenheit

492°Rankine

##### *Pressure*

1 atmosphere

760 mm of mercury

29.92 in. of mercury

14.70 lb per sq in.



Panas dan entalpi



# Heat and Internal Energy

Energi dalam :

Energi dari suatu sistem yang berhubungan dengan komponen mikroskopik, seperti atom dan molekul, yang meliputi **energi potensial dan kinetik**.

Energi kinetik meliputi total energi kinetik dari seluruh partikel, serta energi potensial antar partikel.

Dalam hal ini tidak termasuk di dalamnya energi potensial antara partikel dengan lingkungannya.

## Panas / entalpi:

Didefinisikan sebagai transfer energi melewati batas sistem yang disebabkan oleh **perbedaan temperatur** antara sistem dengan lingkungan.

Panas dinyatakan sebagai suatu “fluida” yang disebut “caloric”

# Satuan panas

## Kalori :

Jumlah energi yang perlu dipindahkan untuk menaikkan suhu 1 g air dari  $14.5^{\circ}\text{C}$  menjadi  $15.5^{\circ}\text{C}$ .

## *Btu (British Thermal Unit):*

Jumlah energi yang perlu dipindahkan untuk menaikkan suhu 1 lb air dari  $63^{\circ}\text{F}$  menjadi  $64^{\circ}\text{F}$ .

# Specific Heat and Heat capacity

Kapasitas panas (*heat capacity-C*) suatu bahan :

Jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu bahan sebesar 1°C.

Panas menghasilkan perubahan suhu suatu bahan sebesar  $\Delta T$  :

$$Q = C. \Delta T$$

Kalor jenis (*specific heat, c*) suatu bahan :  
Kapasitas panas tiap satuan massa bahan.

Sehingga, bila sejumlah energi  $Q$  diberikan pada suatu bahan seberat  $m$  dan mengalami perubahan suhu sebesar  $\Delta T$ , maka kalor jenis bahan tersebut :

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

$$c = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{C}^\circ = 1 \text{ Btu/lb} \cdot \text{F}^\circ = 4186.8 \text{ J/kg} \cdot \text{K}.$$

Kalor jenis merupakan perhitungan seberapa sensitif suatu bahan mengalami perubahan termal dengan penambahan energi.

Semakin **besar** nilai **kalor jenis**, semakin **besar energi** yang harus ditambahkan untuk menaikkan suhu yang sama bagi sejumlah tertentu massa bahan.

$$Q = mc \Delta T$$

# Molar Specific Heat

Bila jumlah bahan dinyatakan dalam mol, maka kalor jenis juga dinyatakan dalam kalor jenis molar.

**Table 18-3** Some Specific Heats and Molar Specific Heats at Room Temperature

Substance	Specific Heat		Molar Specific Heat
	cal g · K	J kg · K	J mol · K
<i>Elemental Solids</i>			
Lead	0.0305	128	26.5
Tungsten	0.0321	134	24.8
Silver	0.0564	236	25.5
Copper	0.0923	386	24.5
Aluminum	0.215	900	24.4
<i>Other Solids</i>			
Brass	0.092	380	
Granite	0.19	790	
Glass	0.20	840	
Ice (−10°C)	0.530	2220	
<i>Liquids</i>			
Mercury	0.033	140	
Ethyl alcohol	0.58	2430	
Seawater	0.93	3900	
Water	1.00	4187	



# Conservation of Energy: Calorimetry

Persamaan matematis untuk menyatakan konservasi energi :

$$Q_{\text{cold}} = - Q_{\text{hot}}$$

$$m_w c_w (T_f - T_w) = - m_x c_x (T_f - T_x)$$

$$c_x = \frac{m_w c_w (T_f - T_w)}{m_x (T_x - T_f)}$$

# Latent heat

Bila sejumlah energi yang ditransfer ( $Q$ ) dibutuhkan untuk mengubah fasa sejumlah  $m$  massa bahan, rasio  $L = Q/m$  merupakan suatu sifat termal bahan tersebut.

Penambahan atau penghilangan energi tidak menyebabkan perubahan temperatur, sehingga  $L$  disebut sebagai panas laten (*latent heat*).

$$Q = \pm mL$$

Untuk memahami pengertian panas laten pada perubahan fasa, bayangkanlah energi yang diperlukan untuk mengubah 1,00 g es batu bersuhu  $-30.0^{\circ}\text{C}$  menjadi steam (uap air) bersuhu  $120.0^{\circ}\text{C}$ .

A,C,E : sensible heat  
B, D : latent heat

