

# TERMODINAMICA

- TEMPERATURA
- STATO E TRASFORMAZIONE TERMODINAMICA
- ENERGIA INTERNA
- CALORE E CALORE SPECIFICO
- CALORIMETRIA
- LAVORO IN TERMODINAMICA

Lucidi del Prof. D. Scannicchio

# TEMPERATURA

- indice dello stato termico di un corpo  
(caldo – freddo)
- correlazione con altre grandezze fisiche :

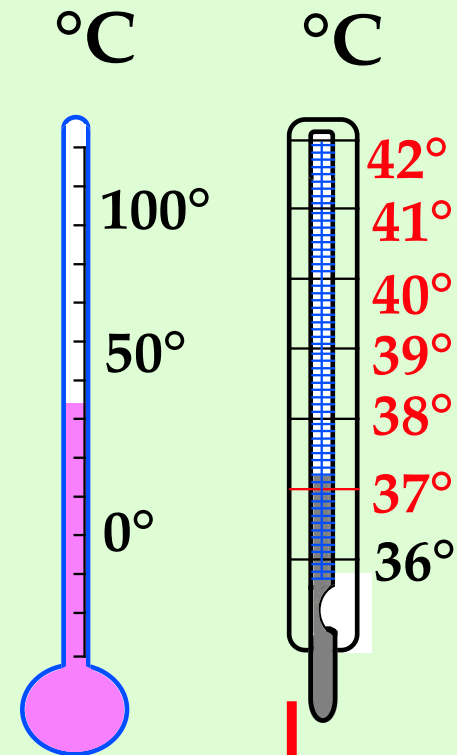
$$V(t) = V_0 (1 + \alpha t)$$

(dilatazione)

termometri

$$h(t) = h_0 + (1 + At)$$

termometro clinico  
(tMAX si conserva)



# TEMPERATURA

- unità di misura: S.I. grado Kelvin (K)  
sistema pratico grado Celsius (°C)  
grado Fahrenheit (°F)\*

\* paesi anglosassoni, in via di eliminazione

• **CELSIUS (°C):**  $0^{\circ} \text{---} 100^{\circ}$  **H<sub>2</sub>O**

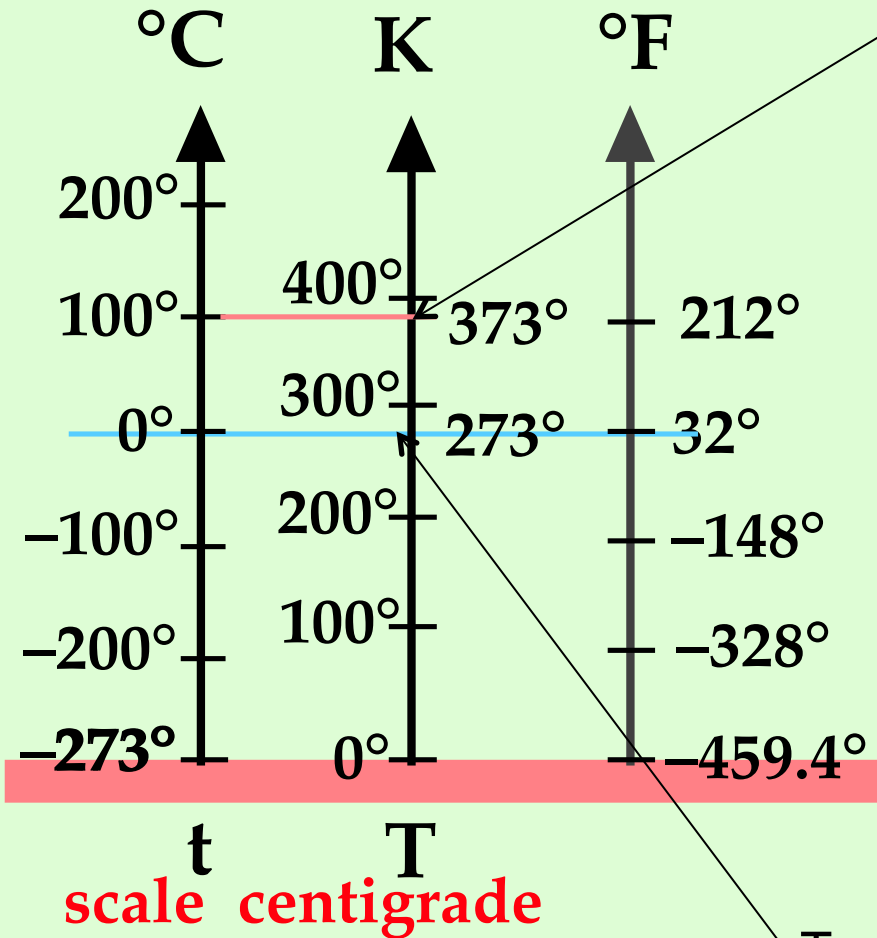
• **KELVIN (K):**  $T \text{ (K)} = t \text{ (}^{\circ}\text{C)} + 273^{\circ}$

• **FAHRENHEIT:**  $t \text{ (}^{\circ}\text{F)} = 32^{\circ} + \frac{9}{5} t \text{ (}^{\circ}\text{C)}$   
*(in via di eliminazione)*

**EQUILIBRIO TERMICO**  $\Delta t \equiv \Delta T = 0$

# TEMPERATURA

## ● scale di temperatura



T ebollizione acqua (P=760mmHg)  
100°C    373 K    212°F

**CELSIUS (°C)**

0° — 100° H<sub>2</sub>O

**KELVIN (K)**

$$T (K) = t (°C) + 273°$$

**FAHRENHEIT**

$$t (°F) = 32° + \frac{9}{5} t (°C)$$

*(in via di eliminazione)*

T ghiaccio fondente (P=760mmHg)  
0°C    273 K    32°F

# TERMODINAMICA

- **formulazione fenomenologica** ✓
- **formulazione statistica**

$$N_0 = 6.02 \cdot 10^{23}$$

= Numero di Avogadro  
= numero di molecole  
di una sostanza presenti  
in una mole  
[macrostato]

SISTEMA TERMODINAMICO  
STATO TERMODINAMICO

PARAMETRI TERMODINAMICI

per es. P, V, T  
pressione, volume,  
temperatura

SISTEMA ISOLATO  
SISTEMA CHIUSO

scambio  
no materia - no energia  
no materia - si energia

**EQUILIBRIO (DINAMICO) :**  
**parametri termodinamici costanti nel tempo**

*microstato: noti tutti i parametri delle particelle compongono il sistema termodinamico*

# TERMODINAMICA

## trasformazioni termodinamiche

- CHIUSA      parametri termodinamici tornano ai valori iniziali
- APERTA      parametri termodinamici **non** tornano ai valori iniziali
- REVERSIBILE      successione stati di equilibrio  
(trasformazione ideale)
- IRREVERSIBILE      successione stati **non** di equilibrio  
(trasformazione reale)
- ISOTERMA      a temperatura costante
- ISOCORA      a volume costante
- ISOBARA      a pressione costante
- ADIABATICA      sistema termicamente isolato  
(niente scambio di calore)

- TRASFORMAZIONI DI STATO
- PROCESSI CHIMICI, BIOCHIMICI



# TRASFORMAZIONI DI STATO

**FUSIONE**

$$Q = k_f m \quad T = \text{costante}$$

$k_f$  = calore latente di fusione

**EVAPORAZIONE**

$$Q = k_e m \quad T = \text{costante}$$

$k_e$  = calore latente di evaporazione

**H<sub>2</sub>O** →  $k_e = 606.5 - 0.695 t \quad \text{cal g}^{-1}$   
( 0°C ↔ 100°C )

**p vapore saturo = p esterna**

↳ **EBOLLIZIONE**

# ENERGIA INTERNA $U$

moto di agitazione termica  $\longrightarrow T_{\text{particella}}$

energia di legame e potenziale  $\longrightarrow U_{\text{particella}}$

funzione di stato      energia interna  $U$

$$U = \sum_{\text{particelle}} (T_{\text{particella}} + U_{\text{particella}})$$



# CALORE

temperatura  $t, T$  : indice stato termico di un corpo

calore  $Q$  : forma di energia

→ travaso energia interna tra corpi

- unità di misura: S.I. joule (J) C.G.S. erg  
sistema pratico caloria(cal), Caloria (Cal)

caloria (cal): 1g H<sub>2</sub>O 14.5°C → 15.5°C

1000 cal = 1 kcal = 1 Cal

equivalente termico del lavoro J

$$J = \frac{L}{Q} = 4.18 \text{ joule cal}^{-1}$$

$$L = J Q(\text{caloria}) \quad L = Q(\text{joule})$$

# CALORE SPECIFICO

$$Q = c m (t_2 - t_1) = \underbrace{c m}_{\text{capacità termica}} \Delta t$$

**calore specifico**

$$c = \frac{Q}{m (t_2 - t_1)} \quad [\text{cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}]$$

definizione di caloria:

quantità di calore assorbita da 1 g di acqua che produce un aumento di temperatura da 14°C a 15°C

=> calore specifico acqua = 1 cal g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>

(calore specifico può essere a sua volta funzione di t e va specificato se la trasformazione è a pressione costante oppure a volume costante (C<sub>p</sub> > C<sub>v</sub>))

## ESERCIZIO

Quanto vale il calore assorbito da un corpo di massa 2 g, calore specifico  $2 \text{ cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  e che varia la sua temperatura di  $4^\circ\text{C}$ ?

$$\text{R. } Q = m c \Delta t = 2 \text{ g} * 2 \text{ cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} * 4 \text{ } ^\circ\text{C} = 16 \text{ cal}$$

$$= 16 \text{ cal} * 4.18 \text{ J/cal} = 66.9 \text{ J}$$

# LAVORO in TERMODINAMICA

convenzione generale

LAVORO COMPIUTO **DAL** SISTEMA : **positivo**  
LAVORO COMPIUTO **SUL** SISTEMA : **negativo**

